

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-225132

(43)公開日 平成6年(1994)8月12日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H04N 1/40		D 9068-5C		
B41J 2/525				
B41M 1/14		8808-2H		
G06F 3/12	L	8403-2C	B41J 3/00	B

審査請求 未請求 請求項の数22 OL (全16頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平5-260846

(22)出願日 平成5年(1993)10月19日

(31)優先権主張番号 07/967055

(32)優先日 1992年10月28日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 592208172

キャノン インフォメーション システムズ インク。

Canon Information Systems, Inc.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
92626, コスタ メサ, ブルマン ストリート 3188

(72)発明者 ブリジット ルエッツ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
94066, サン ブルーノ, ラッセン  
ドライブ 255

(74)代理人 弁理士 大塚 康徳 (外1名)

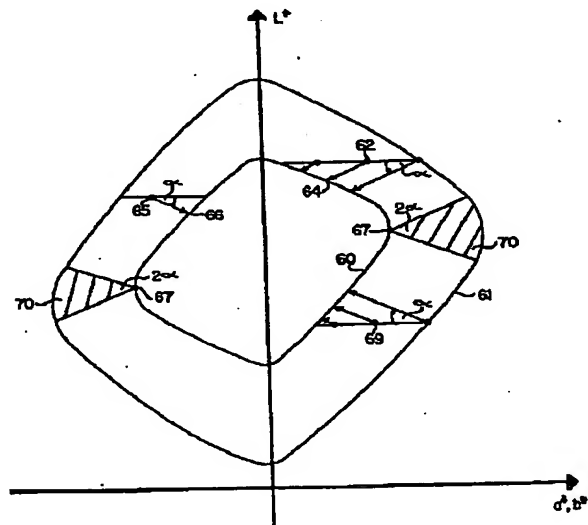
(54)【発明の名称】 色域外カラーテーブルを用いたカラー印刷方法及び装置

## (57)【要約】

【目的】 色域外の色について、高度に滑らかさを持ったプリンタテーブルによるカラー印刷の方法及び装置を提供する。

【構成】 カラープリンタの色域の縁部がまず決定され、そのプリンタ色域内の色についての基本色値が演算されて、前記プリンタテーブル内に挿入される。遷移色、即ち、プリンタ色域の縁の外にあるがプリンタテーブル内にあるような色については、基本色値が、問題とする遷移色から一定の角度だけずれた点の色を前記プリンタ色域の縁部から選択する。遷移色の各々の全てに対して同じ角度が用いられる。プリンタテーブル外の色に対しては境界テーブルが設けられている。境界テーブルの基本色値は遷移色と同じ方法で決定される。

【効果】 色域外の領域に対して、滑らかな色の変化を与えることができる。特に、プリンタテーブルと境界テーブルの双方において、滑らかな明度の増加を与えることができ、より明るい色の中に暗い色の領域が発生するのを抑えることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 デバイス・インディペンデントな色空間内の色に対応する基本色値を提供するカラープリンタルックアップテーブルであって、その基本色値はカラープリンタの色域外の色に対して滑らかに変化する色値を有することを特徴とするカラープリンタルックアップテーブル。

【請求項2】 前記カラープリンタの色域外の色は、前記プリンタテーブルに於て、最も暗い値から最も明るい値へと単調に増加する明度を有することを特徴とする請求項1に記載のカラープリンタルックアップテーブル。

【請求項3】 前記基本色値は、前記カラープリンタ色域内の色とその色域外の色とについての基本色値を含むことを特徴とする請求項1に記載のカラープリンタルックアップテーブル。

【請求項4】 前記基本色値は、カラーモニタの色域内の色についての基本色値を含むことを特徴とする請求項3に記載のカラープリンタルックアップテーブル。

【請求項5】 前記カラープリンタ色域の内部の色についての前記基本色値は、その系統色(associated colors)に正確に対応するように設定されていることを特徴とする請求項3に記載のカラープリンタルックアップテーブル。

【請求項6】 前記カラープリンタ色域の外部の色についての前記基本色値は、色相は保持するが、彩度を増加させ、明度を変えるように設定されていることを特徴とする請求項5に記載のカラープリンタルックアップテーブル。

【請求項7】 カラープリンタのためのドライバであって、カラープリンタ色域内の色に対応する基本色値とカラープリンタ色域外の色に対する基本色値とを提供するプリンタテーブルであって、カラープリンタ色域外の色についての前記基本色値は滑らかに変化するよう構成されたプリンタテーブルと、

指定された色の印刷命令を受信する手段と、前記プリンタテーブルから指定色に対応する基本色値を抽出する制御手段とを備えるカラープリンタドライバ。

【請求項8】 前記カラープリンタの色域外の色は、前記プリンタテーブルに於て、最も暗い値から最も明るい値へと単調に増加する明度を有することを特徴とする請求項7に記載のカラープリンタドライバ。

【請求項9】 前記プリンタテーブルは、カラーモニタの色域内の色についての基本色値を含むことを特徴とする請求項7に記載のカラープリンタドライバ。

【請求項10】 前記カラープリンタ色域の内部の色についての、前記プリンタテーブル内の前記基本色値は、その系統色に正確に対応するように設定されていることを特徴とする請求項7に記載のカラープリンタドライバ。

【請求項11】 前記カラープリンタ色域の外部の色についての前記プリンタテーブル内の前記基本色値は、色相は保持するが、彩度を増加させ、明度を変えるように設定されていることを特徴とする請求項7に記載のカラープリンタドライバ。

【請求項12】 プリンタテーブル外の色に対して基本色値を提供する境界テーブルをさらに備え、前記制御手段は、指示色に基づいて前記プリンタテーブルまたは前記境界テーブルのどちらか一方を選択し、前記プリンタテーブルまたは前記境界テーブルの選択された一方から基本色値を抽出することを特徴とする請求項7に記載のカラープリンタドライバ。

【請求項13】 前記境界テーブルは、明度軸を中心とするホイール状のセルで構成されることを特徴とする請求項12に記載のカラープリンタドライバ。

【請求項14】 前記プリンタ色域の外の色についての、前記境界テーブル内の前記基本色値は、色相は保持するが、彩度を増加させ、明度を変えるように設定されていることを特徴とする請求項12に記載のカラープリンタドライバ。

【請求項15】 プリンタテーブルの形成方法であって、

カラープリンタ色域の縁部を判定する工程と、前記カラープリンタ色域の縁部内の色について基本色値を前記プリンタテーブルへ変換する工程と、色の彩度を増加させるために、前記カラープリンタ色域の縁部と前記プリンタテーブルの縁部との間で、遷移色を、前記プリンタ色域の縁部の縁に一定の角度だけ延ばして、プリンタテーブル内に変換する工程とを備えるプリンタテーブルの形成方法。

【請求項16】 前記プリンタ色域の縁部の最大彩度点から前記一定の角度だけ伸びた楔領域内の全ての点を、前記最大彩度点上に写像することを特徴とする請求項15に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項17】 前記一定の角度は略15度であることを特徴とする請求項15に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項18】 前記プリンタテーブル内の遷移色についての前記基本色値はカラーモニタの色域内の色に対して設定されていることを特徴とする請求項15に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項19】 前記カラープリンタ色域内の色について、前記基本色値はその系統色に正確に対応するように設定されていることを特徴とする請求項15に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項20】 前記プリンタ色域の外の色についての前記基本色値は、色相は保持するが、彩度を増加させ、明度を変えるように設定されていることを特徴とする請求項19に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項21】 境界テーブルを作成する工程をさらに

有することを特徴とする請求項15に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【請求項22】 前記プリンタ色域の外の前記境界テーブル内の色についての前記基本色値は、色相は保持するが、彩度を増加させ、明度を変えるように設定されていることを特徴とする請求項21に記載のプリンタテーブルの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、特定の色の印刷要求に応じてカラープリンタが印刷を行なうべく、色を決定するためのルックアップテーブルを形成し、また使用する装置及び方法に関するものである。ここで、印刷を要求された特定の色とは、そのプリンタでは印刷可能な色も含むものとする。特にこれらの色に対しては、ルックアップテーブル内の色が極めて滑らかに変化するようにしており、その結果、要求された色の僅かな変化が印刷された結果においては大きな非連続の飛びとなって現われないようになっている。さらに、これらの色の明度が単調に変化する、即ち、色の徐々に明るくなるような影を印刷するような場合に、印刷された実際の色もまた徐々に明るく変化するようになり、暗くなるような好ましくない色の落ち込みは一切無い。

【0002】

【従来の技術】近年、カラーモニタやカラープリンタの有用性が増して、コンピュータのユーザがフルカラーの画像をカラーモニタで見て、カラープリンタによるフルカラー印刷を指示することが日常化して来ている。しかしながら、カラープリンタとカラーモニタの形成するカラー画像はそれぞれ異なるものである。特に、カラーモニタは発光型の装置であって、色の形成は一般に赤、緑、青の3基本色の光を加法混色することにより行なわれる。一方、印刷された画像は単純に周辺光を反射したものであり、周辺光を介して知覚された印刷画像の色は一般にシアン、マゼンタ、イエロー（時にはブラックも含まれる）の減色法の3基本色に影響される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】これらの混色法は基本的に異なるものであり、結果として、モニタで表示可能な色の範囲はプリンタで印刷可能な色の範囲とは異なっている。1図は、CIE1931色度図であり、モニタに表示可能な色の範囲（即ち「色域」）（領域A）と、プリンタに印刷可能な色の範囲（即ち「色域」）（領域B）を示している。図示のように、モニタが表示出来る色の範囲は一般にプリンタが印刷出来る色の範囲より広い。これは、モニタが光を発する装置であって、より大きな範囲の彩度で色を表示するからである。しかしながら、領域10のように、減色法によるものであるのに印刷画像の方がモニタより広い色範囲を持つような低彩度領域も存在する。

【0004】印刷可能範囲と表示可能範囲のこのような差異により、以前は表示されたカラー画像の忠実な色再現として認められるようなカラー画像を印刷することは不可能であった。特に、印刷可能な色の領域Bの外に位置する色域外領域11のような領域の色を印刷することは全く不可能であった。従って、こうした色はカラーモニタ上では見ることが出来ても、カラープリンタで印刷することは出来なかった。

【0005】米国特許第4,941,038号では、色域外色をプリンタ色域の外周上の色に修正するに際し、その色域外色に最短のベクトル距離にある印刷可能な色であって、その色域外色の色と色相とを保持した色を選択するようにしている。しかしながら、個々の色域外色は別個に修正されていたために、その色域外の色が貧弱な色の滑らかさで印刷され、そのため、要求された色における僅かな色の差異が大きな差異となって印刷されたりしていた。特に、ある場合には、貧弱な色の滑らかさが、輝度における非単調な変化となって現われたり、そのために色域外の色が明度が滑らかに且つ単調に暗から明へと変化しなくなり、寧ろ場合によっては明から暗へと下がってしまうような場合もあった。このことは、暗から明へと滑らかに且つ単調に現われるべき色が実際には望みもしない暗い部分となって現われることとなる。

【0006】2図は、明度の変化が非単調に現われる滑らかでない色の変化の例を示す。2図は、CIE LAB空間のa\*、b\*軸における任意の色相面に沿って、且つL\*明度軸に投射した断面図を示す。この2図において、24はカラープリンタの色域の縁部を示す。縁部24の内部の色は印刷が可能であり、その外の色は色域外であり、それ故に印刷不可能である。26は、その内部ではプリンタ色域の縁24に変換されるところの境界を示す。行27の各々は、対応する色空間で色を印刷しようとする指令に応じて印刷されるべきCMY値を与えるテーブルを示す。なお、2図は、図解の目的のために、そのCMY値が印刷されるときの輝度値L\*のみを示す。

【0007】通常、輝度はL\*軸に並行に滑らかに増加するものと考えられる。こうして、L\*軸に平行な列28については、輝度L\*の値はL\*=50から56に滑らかに増加する。しかしながら、ある領域では（例えば、29列）、輝度はL\*=50から52まで上昇し始めるが、しかしながら、最終値のL\*=52に上昇する前にL\*=51に下がる。かくして、印刷された結果の色においては、輝度の変化が、好ましくない暗の落ち込みや非単調さとなって現われる。

【0008】なお、明度の非単調な変化は、色域外の色についての滑らかでない色の変化のほんの一例に過ぎない。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、上述の

問題に対処するためにプリンタテーブルを提供するものであって、そのテーブルの色は、色域外領域においては大幅滑らかに変化し、その色域外の色が明度において単調な増加を示すものとなるものである。本発明の1つの態様によると、遷移色はプリンタの色域の縁部上の色から選ばれ、その選ばれた色は、明度の変化について考慮せずに前記遷移色から一定の角度にある色である。前記遷移色の各々はプリンタ色域の縁から一定の角度にある色であるので、図2に示したような状態は発生しない。従って、色域外の色が滑らかに変化するようになり、また、より明るい方向に増加するような色域外の色に対して明度において単調な増加を示すものとなる。

【0010】上記発明の概略は発明の本質が速やかに理解されるためのものである。下記の好適な実施例の詳細な説明と、本明細書の一部を成す添付図面とを参照することにより、本発明はより完全に理解されるものである。

#### 【0011】

【実施例】3図は本発明の実施例に係わる印刷装置を示すブロック図である。図示のように、印刷装置はホストCPU20と、カラーモニタ30と、カラープリンタ40から成っている。ホストCPU20は80286マイクロプロセッサ等の処理回路21と、処理回路21のワークエリアであるランダムアクセスメモリ(「RAM」)22と、処理回路21の静的格納エリアであるリードオンリーメモリ(「ROM」)24と、モニタドライバ25と、プリンタドライバ26とを有する。操作者はキーボード27を介しホストCPU20にアクセスする。キーボード27はインタフェース29により処理回路21に接続されている。キーボードを用いて、操作者は処理回路21に格納されたプログラム命令を実行させて、カラー画像をモニタ30に表示させ、相当するカラー画像をカラープリンタ40に印刷させる。

【0012】ホストCPU20はディスクドライブ、テープドライブ、カラービデオインタフェース、カラーキャプタインタフェース等、他の周辺装置とも接続しているが、こうした装置は説明の簡略化のためにここでは図示されない。こうした装置は、処理回路21に実行される格納プログラム命令と協同作用して、例えばカラー画像をスキャンしてRAM22に格納したり、モニタ30に表示させたり、その画像の色を加工したり、その結果処理された画像をプリンタ40に印刷させたりする。

【0013】格納されたプログラム命令に従って、処理回路21はモニタ30上にカラー画像を形成する。処理回路21はカラー画像をモニタドライバ25に提供し、モニタドライバ25はモニタ30の各画素についてのRGB値を生成する。RGB値はインタフェース31を介しモニタ30へ提供され、それらの値はモニタ30で表示される。

【0014】要請に応じて、処理回路21は、カラープ

リンタ40による印刷のために、カラー画像をプリンタドライバ26にも提供する。プリンタドライバ26は処理回路21からの色値に基づいて、カラー画像の各画素についてCMY値を生成する。CMY値はプリンタテーブル26aまたは境界テーブル26bに従って決定される。プリンタテーブル26aはプリンタ40に印刷可能な全ての色についてCMY値を提供するテーブルである。境界テーブル26bはプリンタ40で印刷不可能な色についてのCMY値を提供するテーブルである。尚、プリンタテーブルは、印刷可能な色から印刷不可能な色への遷移を滑らかにするために、幾つかの印刷不可能な色のCMY値をも含んでいてもよい。さらに、ブラック(以下「K」)値を含むようにしてもよい。CMYK値はインタフェース41を介してプリンタ40に提供され、プリンタ40内のビットマップメモリ42に格納される。ビットマップメモリ42は印刷される画像のフルビットマップ画像を格納してもよいし、あるいは、ある領域あるいは部分のビットマップ画像を格納するようにしてもよい。ビットマップメモリ42に十分なカラーデータが格納されると、カラープリンタヘッド44が記録紙と近接したプラテン上を往復する。本実施例では、プリントヘッド44は縦4列横8段の32個のインクジェットノズルを備えている。第1列のノズルは全てシアンのインク滴を吐出する。第2列のノズルは全てマゼンタのインク滴を吐出し、第3列のノズルは全てイエローのインク滴を吐出する。第4列のノズルは全てブラックのインク滴を吐出する。プリントヘッド44がプラテンを1往復すると8行の画素が印刷されるように、これらのノズルはビットマップメモリ42のカラーデータに従って独立に制御される。

【0015】4図は、プリンタドライバ26が処理回路21に提供されたカラーデータからCMYK値を選択する動作を説明するためのフローチャートである。ステップS401では、プリンタドライバ26は、ビットマップ42内のある位置(x、y)についてのRGB値を得る。ステップS402では、プリンタドライバ26はRGB値から装置に依存しない(以下、「デバイス・インディペンデント」という)色座標値を形成する。好ましくは、このデバイス・インディペンデントな色座標はCIE LAB色座標である。これは、CIE LAB色空間は知覚的に均一で、CIE LAB色空間内の等しい大きさの区間は、いずれにおいても、知覚される色の等しい大きさの変化に一致するためである。さらに、CIE LAB色空間は色相や輝度に関して円柱状の座標にして見ることができるので、色域マップを定義しやすい直感的な色座標である。

【0016】ステップS403では、輝度座標がCIE LAB空間のL\*軸上で極端な輝度部分(複数)において圧縮される。尚、圧縮ステップS403は、ステップS402からのL\*値を数学的に操作することにより直

接的に実行してもよいし、あるいは、修正したCMY値をプリンタテーブルや境界テーブルに格納することにより間接的に実行するようにしてもよい。幾つかの場合には好ましいことであるが、間接的に行う場合には、プリンタテーブルも境界テーブルも予め圧縮された値を格納するようにする。即ち、プリンタテーブルと境界テーブルに於ては、例えば輝度 $L^*=99$ での値が実際には輝度 $L^*=94$ に相当するように調整されている。同様に、輝度 $L^*=7$ の値は実際は輝度 $L^*=26$ に相当する。輝度レンジの中央部分、例えば $L^*=38\sim90$ における値は未修正のままである。これにより、データ操作による直接的な圧縮を必要とせずに輝度の圧縮が行なえる。

【0017】圧縮ステップS403はオプションのステップである。しかし、このステップは極端な輝度を有する色でも輝度の変化を知覚できるように印刷することを保証するものなので、そのためこのステップを実行することが好ましい。即ち、モニタ30は発光体によって色を表示するため、プリンタ40よりも高い輝度値を持つ色を表示できるようになっているのに対し、プリンタ40の輝度の最高値はカラー画像が形成される紙の白さにより制限されるからである。さらに、モニタ30は発行体の光を完全に消すことができるため、プリンタ40が印刷したものよりも低い輝度値を持つ色を表示できる。これは、ブラックのインクですら周辺光をいくらかは反射するからである。従って、ある色の印刷を確実に行うためには、たとえ最高値と最低値の輝度で印刷する場合でも、ステップS402で決定した輝度値をプリンタ40で印刷可能な範囲に圧縮することが望ましい。

【0018】ステップS404では、ステップS402、S403で生成された $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 座標がプリンタテーブル26aに網羅されている範囲内にあるかどうか調べられる。その $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 座標がプリンタテーブル26aの範囲内であるなら、ステップS405へ進んで、プリンタテーブル26a内で $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 座標位置（この $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 座標位置は、離散値のみ格納されているので、実際にはその $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ に最も近い位置となる）に相当するCMY値を参照（ルックアップ）する。一方、 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 座標がプリンタテーブル26aの範囲外であった場合、ステップS406へ進み、下記の式に従って、色相角度 $\theta$ を $a^*$ 、 $b^*$ 値より得る。

$$\theta = \arctan(b^*/a^*)$$

それから、境界テーブルをルックアップするステップS407へ進み、輝度 $L^*$ とステップS306で求めた色相角度 $\theta$ に相当する境界テーブル内の最も近い位置のCMY値をルックアップする。いずれの場合もステップS408へ進み、それらのCMY値はビットマップメモリ42の(x, y)位置に格納される。必要であれば、CMY値は格納の前に修正されてもよく、例えば、これら

のテーブルに格納された実際の $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 値と上記のように算出された所望の値との差を補間処理により調整するようにしてもよい。

【0020】ステップS409では、プリンタドライバ26がビットマップメモリが完成したかどうかを判断する。ビットマップメモリが完成していない場合は、ステップS401へ戻って、ビットマップメモリの次の位置(x, y)のために次のRGB値を得る。一方、ビットマップメモリ全体が完成している場合、あるいは、ビットマップメモリ内において既に十分な領域（ヘッド44のインクジェットノズルの8行に相当する8行の長さのバンドなど）が完成している場合、ステップS410へ進み、ガンマ補正が行なわれる。ガンマ補正により、輝度を均一に配分するように、ビットマップメモリのCMY値が調整される。ステップS411では、下色除去が行なわれてビットマップメモリの位置(x, y)に対するブラック値を得る。本実施例の下色除去はCMY値の中の最小値を選択してその値をブラック値に割り当てるという単純な方法で行なわれる。その後、CMY値の夫々はブラック値を引き算されて調整される。

【0021】ステップS410、S411の順序は決まったものではなく、例えば、連続トーンや、ディザ法や誤差拡散法など特定のカラー印刷技術を使用するために順序を入れ替えてもよい。ステップS412では、上記処理の結果得られたCMY値を使用してカラー印刷が始められる。

【0022】5図はプリンタテーブル26aと境界テーブル26bの形成方法を説明するフローチャートである。図示のフロー手順は各プリンタに付き1度だけ行なうか、あるいは再調整の必要が生じた時に行なえばよい。5図のフロー手順は同一の機種番号のプリンタなど1組のプリンタに1度だけ行なって、プリンタの工場調整の一部としてソフトの形で操作者に提供する方がより好ましい。

【0023】ステップS501では、プリンタ40で印刷可能な色の色域または範囲を測定する。好ましくは、これはプリンタ40で印刷可能な全ての色の、非常に大きいサブセットか若しくは完全なセットを印刷することによって行なう。例えば、本実施例で使用するプリンタにおいては、CMY、K値の夫々が0～64の数値の65階調で印刷される。このように、例えば、17個のC値、即ち数値0、4、8、12、...64が印刷され、そして17個のM値、17個のY値が同様に印刷される。これら夫々17個のCMY値のあらゆる可能な組み合わせが印刷され、結局 $17 \times 17 \times 17 = 4,913$ 個のカラーパッチができる。

【0024】上記有彩色(hued colors)に加えて、全ての可能な無彩色値(gray values)が、この場合は48個の無彩色値が既に印刷済みの17色の上に印刷される。上記のようなプリンタ色域のサンプリングにより、有彩

色と共に純粋な無彩色が印刷されるのが了解されるであろう。サンプリング方法に何を使用する場合でも、適当な無彩色の再現はカラー再現において望ましい特性なので、この純粋無彩色の印刷の特性は保持されるべきである。

【0025】4,913個のカラーパッチと付加された48個のグレーパッチの各々について色が前述のCIE LAB色空間のようなデバイス・インディペンデントな色空間で測定される。こうして、ステップS501の最後においては、4,913+48=4,961個のユニークなCMY色の組み合わせの各々について、L\*, a\*, b\*座標が測定され、これによりプリンタ色域を規定す

$$C = C_0 + C_1 L^* + C_2 a^* + C_3 b^* + C_4 L^{*2} + C_5 a^{*2} + C_6 b^{*2} + C_7 L^* a^* + C_8 L^* b^* + C_9 a^* b^* + C_{10} L^{*3} + C_{11} a^{*3} + C_{12} b^{*3} + C_{13} L^{*2} a^* + C_{14} L^{*2} b^* + C_{15} L^* a^{*2} + C_{16} L^* b^{*2} + C_{17} a^* b^{*2} + C_{18} a^{*2} b^* + C_{19} L^* a^* b^* \quad \dots (1)$$

$$M = m_0 + m_1 L^* + m_2 a^* + m_3 b^* + m_4 L^{*2} + m_5 a^{*2} + m_6 b^{*2} + m_7 L^* a^* + m_8 L^* b^* + m_9 a^* b^* + m_{10} L^{*3} + m_{11} a^{*3} + m_{12} b^{*3} + m_{13} L^{*2} a^* + m_{14} L^{*2} b^* + m_{15} L^* a^{*2} + m_{16} L^* b^{*2} + m_{17} a^* b^{*2} + m_{18} a^{*2} b^* + m_{19} L^* a^* b^* \quad \dots (2)$$

$$Y = y_0 + y_1 L^* + y_2 a^* + y_3 b^* + y_4 L^{*2} + y_5 a^{*2} + y_6 b^{*2} + y_7 L^* a^* + y_8 L^* b^* + y_9 a^* b^* + y_{10} L^{*3} + y_{11} a^{*3} + y_{12} b^{*3} + y_{13} L^{*2} a^* + y_{14} L^{*2} b^* + y_{15} L^* a^{*2} + y_{16} L^* b^{*2} + y_{17} a^* b^{*2} + y_{18} a^{*2} b^* + y_{19} L^* a^* b^* \quad \dots (3)$$

ステップS502では、ステップS401の測定値をデバイス・インディペンデントな色座標空間からCMY座標空間へ変換(fit)する何らかの数学関数を使用するようにしてもよい。しかしながら、その変換(mapping)関数は、ステップS501で発生したかも知れない測定誤差を除去するために平滑化処理を含んでいることが望ましい。

【0028】さらに、ステップS502で変換を行なう前に、ステップS501で測定された幾つかのポイントに重み付け処理することが望ましい。例えば、適切な肌色階調の再現はカラー印刷の重要な特性である。従って、場合によっては、肌色の領域に当たる色を他の色より重みを増して処理を行なうことが望ましいからである。

【0029】ステップS503では、デバイス・インディペンデントな色空間、つまりCIE LAB色空間が等しいサイズの区間に分割される。そうした区間の1つは、L\*軸を中心にするなどしてL\*軸を含んでいる。このような分割が空白のプリンタテーブルを提供する。プリンタテーブルのサイズは、典型的なカラーモニタの色域に加えてプリンタ色域も含むようにすることが好ましい。例えば、図1によると、プリンタテーブルは一般には12で示されるカラー領域を含んでいる方が望ましい。プリンタテーブルの区間のサイズは、プリンタテーブルの格納限度に十分な考慮を払って、できるだけ小さいものでなければならない。例えば、微細な色相や彩度の階調変化よりも微細な輝度の階調変化の方がより重要であるということが明らかになっている。輝度軸を $\Delta L^* = 1$  (輝度L\*の範囲は0~100)の区間に分割す

＊る。

【0026】ステップS502では、CIE LAB座標をCMY座標へ転換するための数学的な平滑化関数を得る。本実施例では、CIE LAB空間からCMY空間への3次元の最少二乗法によるフィットを選んだ。つまり、C<sub>0</sub>からC<sub>19</sub>の係数、m<sub>0</sub>からm<sub>19</sub>、y<sub>0</sub>からy<sub>19</sub>の係数が、公知の最少二乗法によるフィッティングの技術を用いて、ステップS501で測定された色域に対して最少二乗の意味で最良のフィットを与えるように得られた。

【0027】

ると、十分な輝度の階調変化が得られることも決まっている。一方、そうした微細な階調変化は通常は色相については必要とされず、 $\Delta a^* = \Delta b^* = 30$ の区間が適切な色相の階調変化を与えることが分かっている(a\*, b\*の範囲は輝度軸の中心、即ち、L\* = 50の近傍でおよそ-100から+100)。

【0030】上述の考慮に加えて、プリンタ色域は各輝度値に対し同一ではないということにも注目しなければならない。特に、色域は、極端な輝度域では比較的に小さく、輝度軸の中心では比較的大きい。6図はCIE LAB空間のプリンタテーブルへの典型的な分割を示している。しかし、ここでは、全ての輝度および色相についての階調変化は説明の簡略化のために図示されない。L\* = 10のような比較的低い輝度値では、a\*, b\*軸の比較的小さい矩形グリッドがプリンタ色域を展開するのに適当である。同様に、L\* = 90のような比較的高い輝度値では、a\*, b\*軸の比較的小さい矩形グリッドがプリンタ色域を格納するのに適当である。しかし、L\* = 50のような中間の輝度値では、プリンタ色域を展開するにはa\*, b\*軸の比較的大きい矩形グリッドが必要である。

【0031】さらに6図に示すように、各輝度レベルの矩形グリッドはL\*軸を含んでいる(5図ではL\*軸上に集中している)。つまり、矩形グリッド内には正確にa\* = b\* = 0と一致するセルが存在する。その中心点、即ちa\* = b\* = 0は純粋な無彩色に相当し、上述のように、適切なカラー再現のための純粋な無彩色として適当に再現される。

【0032】実際は、プリンタテーブルにはプリンタ色



域よりも多くの色が含まれていることが好ましく、典型的なモニタの色域に見られる色が含まれていることが最も望ましい。これにより、プリンタテーブルは、プリンタ色域の縁部分の色を境界テーブルの色に滑らかに遷移させ、プリンタ色域の外の領域における色差分を保存する遷移値を含むことになる。

【0033】ステップS504では、ステップS502で求められた変換関数を用いて、C、M、Y値をプリンタテーブルのL\*軸周囲に挿入する。連続階調印刷とは対照的なデジタルカラー印刷に対応して、端数値であるC、M、Y値は切り捨てあるいは四捨五入によって整数値にされる。各輝度レベルの矩形グリッド全体は完全に数値で満たされることはなく、プリンタ色域内として知られている部分にのみ数値が入っている。さらに、ちょうどL\*軸上のセル、つまり $a^* = b^* = 0$ の点もまた、変換関数によっては変換されない。むしろ、これらの点に対するCMY値は、ステップS501で測定されたプリンタの無彩色を相当するL\*値を用いて決定することにより、ステップS505で挿入される。これにより、前記変換関数で導入された平滑処理によっては色相値を純粋無彩色値に持ち込まないことが保証される。

【0034】ステップS506、S507では、プリンタテーブルのCMY値を印刷不可能な色に対して修正する。印刷不可能な色はステップS502で選択された変換関数による欠陥(artifacts)のために生じるものである。例えば、使用された変換関数では、7図の領域45のような、プリンタ色域にはない不適切な領域がプリンタテーブル内に生じる。こうした欠陥は、L\*軸周囲の領域に接続していない全ての領域を除去することにより、ステップS506で除去する。

【0035】印刷不可能な色は8図に示すような状況からも生じる。8図において、符号47は任意の輝度値L\*に対するプリンタ色域の縁部を表している。L\*軸からの凡ゆる放射状の線が縁部47と唯一の点で交わらないため、図示のプリンタ色域は放射状の凸形をしていない。特に、放射状線48は縁部47と49a、49b、49cの3点で交わっている。49a、49bの間の領域は放射状の凹部を成し、プリンタテーブルの不適切なCMY値を生成する要因になっている。従って、ステップS507で、プリンタテーブルの値を放射状に凸形となるように修正する。

【0036】9図はこのプロセスを示している。9図は任意の輝度値L\*に対する $a^*$ 、 $b^*$ 軸内の矩形グリッドを示している。セル51～55は全てプリンタ色域内の印刷可能な値を含んでいる。しかしながら、セル59は、角度 $\theta$ の放射状線がプリンタ色域の2つのセル(53、56)を通るために放射状に凹形である。従って、あるCMY値をセル59に割り当てることによりテーブルを放射状に凸形にする。その値はその色(図中角度 $\theta$ )の色相をできるだけ保持し、所望する値に最も近い

彩度値を選択することによって選択される。こうして、9図では、セル59の値には、セル51から55のうちの、色相値と彩度値においてより近い値を有するセル(複数)に依存して、そのセル51から55のうちの1つのセルの値を割り当てることができる。9図では、 $C = 1$ 、 $M = 18$ 、 $Y = 14$ の値が選択されている。

【0037】ステップS508で各プリンタテーブルの遷移色を求める。10図は遷移色に対するCMY値を選択する様子を示している。図中、符号60はプリンタ色域の縁部であり、61は、上述のように、典型的なカラーモニタの縁部にほぼ一致するプリンタテーブル色域の縁部である。縁部60、61間の領域の遷移色の各々について、遷移色から一定の角度 $\alpha$ の位置にあるプリンタ色域の縁部60上の色を遷移色に対して選択する。尚、輝度のいずれの変化も許容され得るが、それは、輝度変化の範囲が任意のしきい値にリミットされないことを意味する。例えば、遷移色62に対しては、プリンタ色域の縁部60上の点64が選択されるが、これは、点64が点62から角度 $\alpha$ の位置にあるからである。同様に、点65のように、遷移領域の各点に対して、点66のような、一定の角度 $\alpha$ の位置にあるプリンタ色域の縁部60上の該当する点を選択される。プリンタ色域の最大彩度点67を越える遷移色に対しては、角度 $\alpha$ は下向きに取る。逆に、色69のように、最大彩度点67未満の遷移色に対しては、角度 $\alpha$ は上向きに取る。最大彩度点67から $2\alpha$ を成すウェッジ(wedge)領域70内の色に対しては、最大彩度点67が選択される。こうして、ウェッジ70内の全色が色67に変換される。

【0038】縁部60、61間の遷移色が最も滑らかな色の変化をもたらすことが確実になるためにも、プリンタ色域の縁部60上における彩度については、一定の角度 $\alpha$ の展開を行う前に、最小彩度から単調に増加して最大彩度点へ至り、最小彩度へ単調に減少するか否かを確かめることが望ましい。もし彩度の変化が単調ではない場合、一定の角度の展開の前に、プリンタ色域の縁部の色彩度をその変化を排除するように修正する。

【0039】角度 $\alpha$ を $15^\circ$ とすると、彩度を十分に増加させ、且つ、明度に不合理に大きな変化を起こさずに満足な結果を生むということが判明している。 $\alpha$ の他の値、例えば $10^\circ$ 、 $20^\circ$ も適用できる。ステップS509では境界テーブル26bを作成する。プリンタテーブル26aが各輝度値に対して $a^*$ 、 $b^*$ 軸の矩形グリッドとして形成されるのに対し、境界テーブルはプリンタテーブルの各輝度値に対して1つのホイールとして形成される。こうして、11図に示すように、プリンタテーブルが存在する輝度値の夫々に対して1つのホイール状の境界テーブルが提供され、1つの境界テーブルは夫々のプリンタテーブルに対応している。境界テーブルは複数のセルを有し、それらセルは $a^*$ 、 $b^*$ 座標の関数として次のように計算された色相角度 $\theta$ でアクセスされる。

【0040】 $\theta = \arctan (b^*/a^*)$

12図は境界テーブルとプリンタテーブルの対応を示している。プリンタテーブル26aが任意の輝度値 $L^*$ に対する矩形グリッド状のテーブルであるのに対し、境界テーブル26bは $a^* = b^* = 0$ を中心とするホイール状のテーブルである。境界テーブルの個々のセルは、色相に対応する $a^*$ 、 $b^*$ 軸内の角度 $\theta$ でアクセスされる。実験的には、各境界テーブルにおける360個のセルに相当する1度の増加が、色相の階調変化を適切に与えることが判明している。しかし、これは下記に13図を参照して説明するように修正することができる。

【0041】ステップS510では、境界テーブルの各セルに対するCMY値が、プリンタテーブルの遷移色に対するCMY値を選択すると同様な方法で選択される。このようにして、境界テーブル色なるものが、境界テーブルから一定の角度 $\alpha$ （プリンタテーブルで使したものと同じの $\alpha$ ）の位置にあるプリンタ色域の縁部色から選択される。前述したように、角度 $\alpha$ は、境界テーブル色が最大プリンタ彩度点よりも上にあるか下にあるかによって、上向き又は下向きに取るようにし、境界色

20 テーブルがウェッジ70内にある時は最大プリンタ彩度点にリミットされる。

【0042】ステップS510では、境界テーブルの色の彩度が滑らかに変化していることを確認するために境界テーブル値を調べる。この様子は、 $a^*$ 軸と $b^*$ 軸の任意の輝度値 $L^*$ におけるプリンタ色域70を示す13図で説明される。上述のように、色71のような、プリンタ色域の外に位置する色は、色相角度を保持しながらプリンタ色域の境界色72へ交換される。特に、領域74のように印刷可能な彩度が急速に変化するような領域では、色相のわずかな変化が境界テーブルの彩度に急速な変化をもたらす。例えば、色相角度が $\theta_1$ から $\theta_2$ へ変化すると、色相の小さな変化だけでも彩度が比較的大きく変化する。彩度にそうした大きな変化があると、印刷した時に不自然に見える。

【0043】このように不自然な印刷結果を避けるために、境界テーブルのサイズを、確実に彩度が滑らかに変化するべく色相に十分微細な増加が現われるようになるまで、大きくする。境界テーブルが増加されると、ステップS509の計算は新しい境界テーブルのCMY値を満たすように繰り返される。ステップS511では、プリンタテーブルのCMY値を調べて修正し、CMYが滑らかに無彩色（ $L^*$ 軸）に混色するのを確実にする。詳しくは、離散的な輝度レベルでは、 $L^*$ 軸に近いプリンタテーブル色が無彩色に滑らかに混色するように、プリンタテーブル色を再決定する。

【0044】ステップS512では、プリンタテーブルを矩形に完成する。より詳しくは、このステップまででは、CMY値は、プリンタテーブルの、プリンタ色域60内の領域（ステップS504、S505）とプリンタ

色域と境界テーブルとの間の遷移領域61にしか挿入されていなかった（ステップS509）。ステップS502では、12図の69のようなプリンタテーブルの残りのセルについて色相角度を算出し、12図の68で表すような色相角度の境界テーブルの色を挿入する。

【0045】ステップS513では、アブニー効果を補償するために、プリンタテーブルと境界テーブルの色相角度がワープされる。具体的には、色域外の色に対するCMY値（この値は、この時点ではプリンタテーブルと境界テーブルに記憶されている）は、ステップS508に関連して前述したように、全て一定の角度の展開に基づいている。しかし、彩度の高い色に関しては、一定の角度を保持しながらプリンタ色域の縁部へ戻すという展開を行うと、アブニー効果によって知覚される色相に変化をもたらす。例えば前述のように、一定の角度の展開によって、高い彩度の（しかし印刷不可能な）紫みの青色は、プリンタ色域の縁部のより低い彩度の紫色に変えられてしまう。この効果を補償するために、プリンタテーブルと境界テーブルの色相角度をワープさせる（歪ませる）。より詳しくは、プリンタテーブルと境界テーブルの両方に対して、1つの色相角度に対するCMY値を他の異なる1つの色相角度へ転移させ、印刷色に知覚される色相を保持するようにする。14、15図は、 $\theta = 255^\circ$  から  $\theta = 333^\circ$  間にある色相角度 $\theta$ にある青／紫の色空間領域について、このワープを示している。

【0046】14図はワープ前のプリンタテーブル80と、ワープ後におけるそのプリンタテーブル81を示している。14図のこれらのプリンタテーブルは $a^*$ 、 $b^*$ 面における任意のプリンタテーブルに対するものであり、任意の輝度値 $L^*$ に対するものである。14図に示すワープは、ステップS503で選択された $L^*$ 値に対するプリンタテーブルの各々について実行されるということは明らかである。14図に示すように、青色領域82aは相当するワープ青色領域82bへ拡張されている。これにより、色域外の高い彩度の青色を印刷するという命令に対して印刷されるCMY値が、紫みの青よりもむしろ青い色相の色となることが確実にされる。例えば、高い彩度の色域外の青色84は、ワープされないテーブル80に従って印刷すると、紫みの青色になるが、ワープされたテーブル81に従って印刷すると青色となる。

【0047】さらなる色相角度ワープにより、領域85aのCMY値が領域85bに変換（写像）され、また、領域86aから86bへと交換される。交換の詳細は下記の通りである。

色相角度 $255^\circ \sim 305^\circ$  :

ワープ角度 $[255 + \text{ang}] = 255 + 0.5 \cdot \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 50^\circ$  である。

色相角度 $305^\circ \sim 309^\circ$  :



ワープ角度  $[305 + \text{ang}] = 280 + 1.25 * \text{ang}$   
 但し、 $0 < \text{ang} < 4^\circ$  である。

色相角度  $309^\circ \sim 333^\circ$  :

ワープ角度  $[309 + \text{ang}] = 285 + 2 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 24^\circ$  である。

こうして、未ワープ領域  $255^\circ \sim 280^\circ$  は領域  $255^\circ \sim 305^\circ$  へ拡張されることによってワープされ、未ワープ領域  $280^\circ \sim 285^\circ$  は領域  $305^\circ \sim 309^\circ$  へ圧縮することによってワープされる。また、未ワープ領域  $285^\circ \sim 333^\circ$  は領域  $309^\circ \sim 333^\circ$  へ圧縮することによってワープされる。これらのワープされた領域は連続性を保っているが、未ワープ領域と同一の端部点（ここでは  $255^\circ$  及び  $333^\circ$ ）を持っている。

【0048】レッド、シアンにおいても同様のワープを行なう。レッドに対するワープ処理は次の通りである。

色相角度  $10^\circ \sim 40^\circ$  :

ワープ角度  $[10 + \text{ang}] = 10 + 0.5 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 30^\circ$  である。

色相角度  $40^\circ \sim 53^\circ$  :

ワープ角度  $[40 + \text{ang}] = 25 + 1.25 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 12^\circ$  である。

色相角度  $52^\circ \sim 76^\circ$  :

ワープ角度  $[52 + \text{ang}] = 40 + 1.5 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 24^\circ$  である。

このように、未ワープ領域  $10^\circ \sim 25^\circ$  は領域  $10^\circ \sim 40^\circ$  へ拡張されることによってワープされ、未ワープ領域  $25^\circ \sim 40^\circ$  は領域  $40^\circ \sim 52^\circ$  へ圧縮することによってワープされる。また、未ワープ領域  $40^\circ \sim 76^\circ$  は領域  $52^\circ \sim 76^\circ$  へ圧縮することによってワープされる。

【0049】シアンに対するワープ処理は次の通りである。

色相角度  $170^\circ \sim 195^\circ$  :

ワープ角度  $[170 + \text{ang}] = 170 + 2.0 * \text{ang}$   
 g

但し、 $0 < \text{ang} < 25^\circ$  である。

色相角度  $195^\circ \sim 245^\circ$  :

ワープ角度  $[195 + \text{ang}] = 220 + 0.5 * \text{ang}$   
 g

但し、 $0 < \text{ang} < 50^\circ$  である。

このように、未ワープ領域  $170^\circ \sim 220^\circ$  は領域  $170^\circ \sim 195^\circ$  へ圧縮することによってワープされ、未ワープ領域  $220^\circ \sim 245^\circ$  は領域  $195^\circ \sim 245^\circ$  へ拡張することによってワープされる。

【0050】プリンタテーブルに対して行なわれたのと同じワープ処理が、15図に示すように、境界テーブルについても行なわれる。前述と同様、この処理によって、色87のような色域外の青色の印刷命令に対して

は、未ワープ境界テーブルに従って印刷すると紫みの青の色相として印刷されてしまうが、ワープ処理された境界テーブルに従って印刷すると確実に青い色相の色となる。

【0051】上記のワープにより、色域内の色も色域外の色もワープさせるため、プリンタテーブル及び境界テーブル内の色に滑らかさを保持することができる。色域外色のみについてワープさせることも可能であるが、こうするとプリンタ色域の縁部の色の連続性が悪くなる。さらに、たとえ色域内の色をワープさせたために色がずれたとしても、その色相角度の線は色域内の色については互いに近くなり、高彩度の色域外の色については互いに離れるようになるため、ずれの量はあまり問題にならないということが、実験的に判明している。

【0052】上述のワープ技術では、同一色相角度にある全色を彩度とは無関係に等しくワープさせるが、彩度に基づくファクタをワープに導入することも可能である。その場合、さらに高い彩度の色が比較的低い彩度の色へとワープされる。ステップS514では、プリンタテーブル及び境界テーブルの黄色領域にある色を、その黄色領域が広がるように修正する。詳しく説明すると、2図に示すように、プリンタの純黄色が大変狭いプリンタ色域に陥ってしまい、ユーザに見つけ難い（モニタの黄色範囲はより広いので）ものとなっていた。純黄色に関して印刷可能な範囲は大変狭いため、大抵ユーザは所望の純黄色よりも緑みの黄色を選んでしまう。そこで、ステップS514では黄領域を拡大する。この黄領域の拡大は下記の色相角度のワープで行うことができる。

色相角度  $87^\circ \sim 91^\circ$  :

ワープ角度  $[87 + \text{ang}] = 87 + 1.25 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 4^\circ$  である。

色相角度  $91^\circ \sim 97^\circ$  :

ワープ角度  $[91 + \text{ang}] = 92$

但し、 $0 < \text{ang} < 6^\circ$  である。

色相角度  $97^\circ \sim 112^\circ$  :

ワープ角度  $[97 + \text{ang}] = 92 + 0.5 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 15^\circ$  である。

色相角度  $112^\circ \sim 132^\circ$  :

ワープ角度  $[112 + \text{ang}] = 99.5 + 1.25 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 20^\circ$  である。

色相角度  $132^\circ \sim 147^\circ$  :

ワープ角度  $[112 + \text{ang}] = 124.5 + 1.5 * \text{ang}$

但し、 $0 < \text{ang} < 15^\circ$  である。

前述のステップS501からS514を自動的に実行するコンピュータプログラムが開発されており、付録のマイクロフィッシュの形で提出されるであろう。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の印刷方法

および装置によれば、カラー印刷において、色域外の色について高度に滑らかさを持って印刷することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】プリンタで印刷可能な色域とモニタ上に表示可能な色域の関係を示す色度図である。

【図2】プリンタテーブルをCIE LAB空間の断面図で示した図。

【図3】本実施例に関わる印刷装置を示すブロック図である。

【図4】3図の装置のプリンタドライバによる、カラープリンタのCMYK値の選択を説明するフローチャートである。

【図5a】プリンタテーブルと境界テーブルの形成方法を説明するフローチャートである。

【図5b】プリンタテーブルと境界テーブルの形成方法を説明するフローチャートである。

【図6】CIE LAB色空間からプリンタテーブルへの典型的な分割を示す図である。

10

\*【図7】未接続領域がプリンタテーブルから除去される様子を示す図である。

【図8】プリンタ色域における放射状に凹形の領域を示す図である。

【図9】プリンタテーブルを放射状に凸形に形成することにより凹型領域を除去する様子を示す図である。

【図10】プリンタテーブルの遷移領域において、各セルに対してCMY値を選択する様子を示す図である。

【図11】境界テーブルの配置を示す図である。

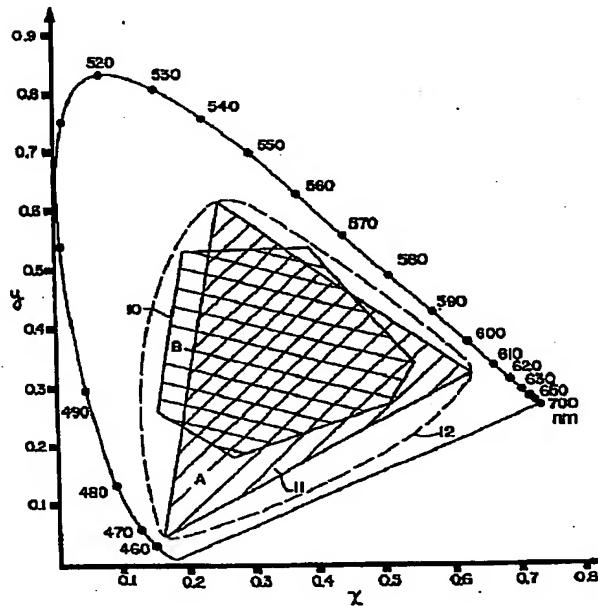
【図12】任意の輝度値L\*に対するCIE LAB色空間におけるプリンタテーブルと境界テーブルの関係を示す図である。

【図13】a\*及びb\*軸における任意の輝度値L\*のプリンタ色域を示す図である。

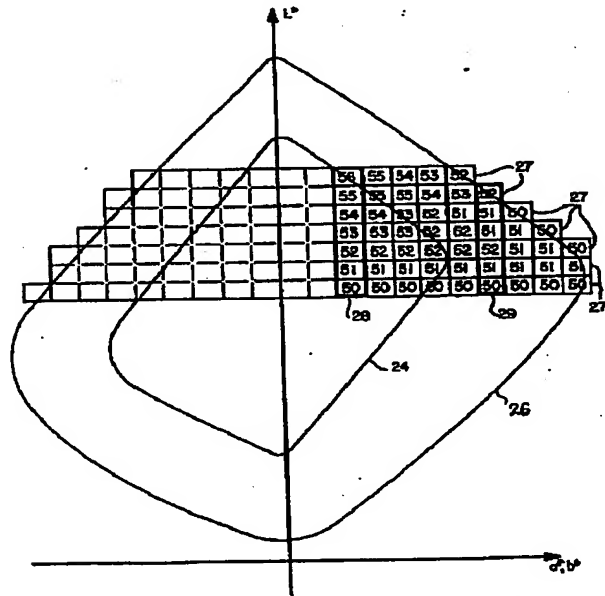
【図14】プリンタテーブルに対して色相角度をワープさせる様子を示す図である。

【図15】境界テーブルに対して色相角度をワープさせる様子を示す図である。

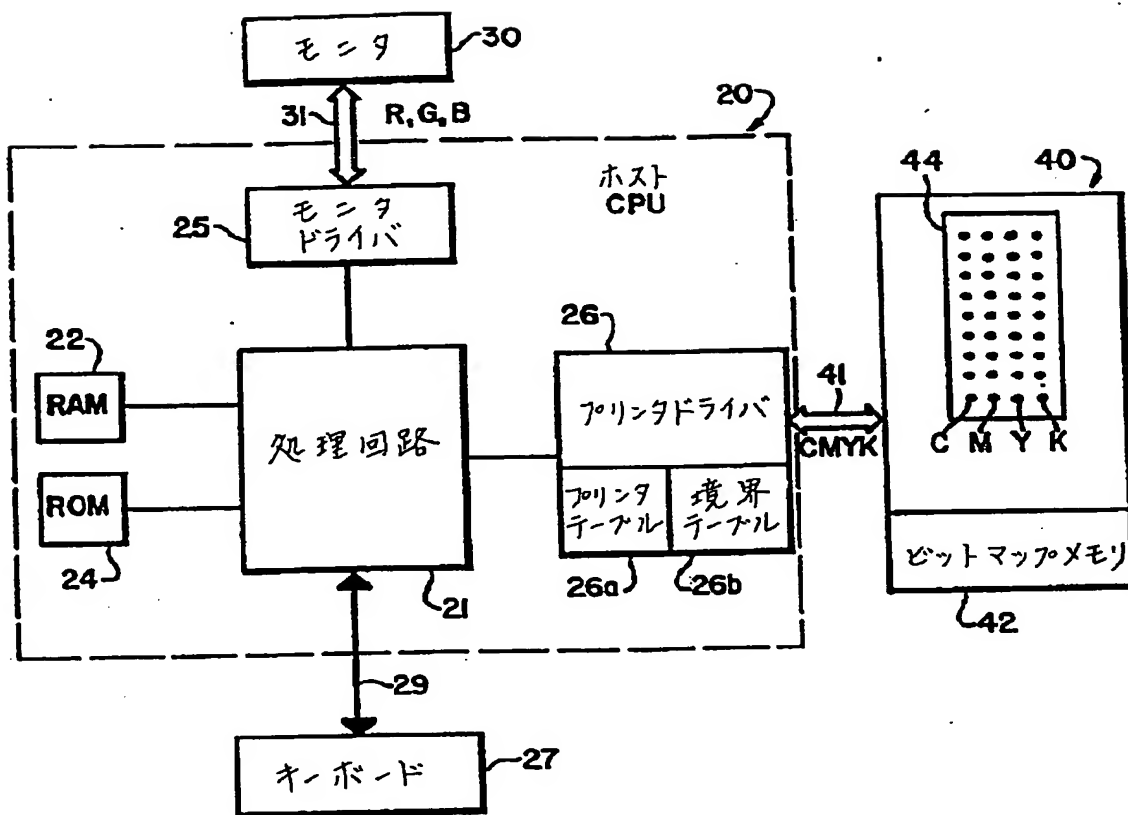
【図1】



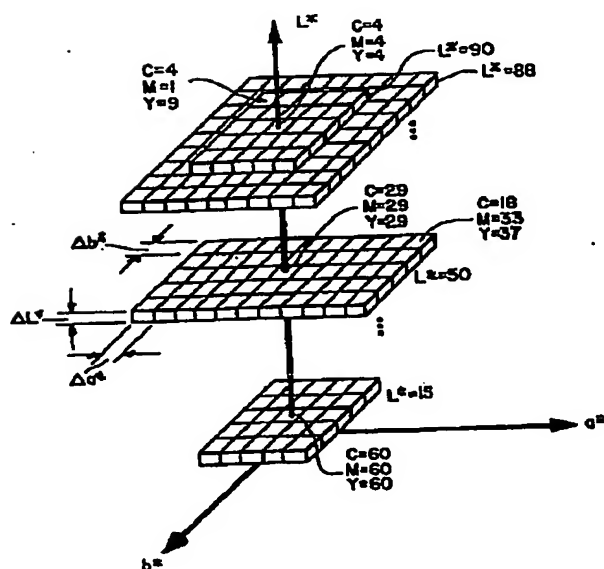
【図2】



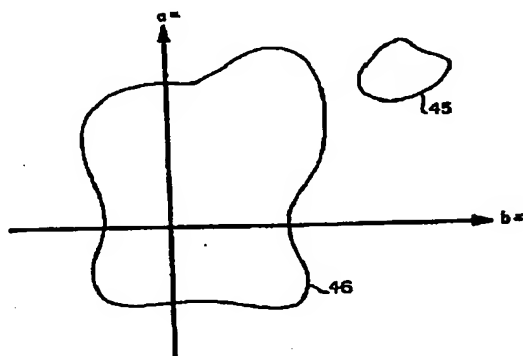
【図3】



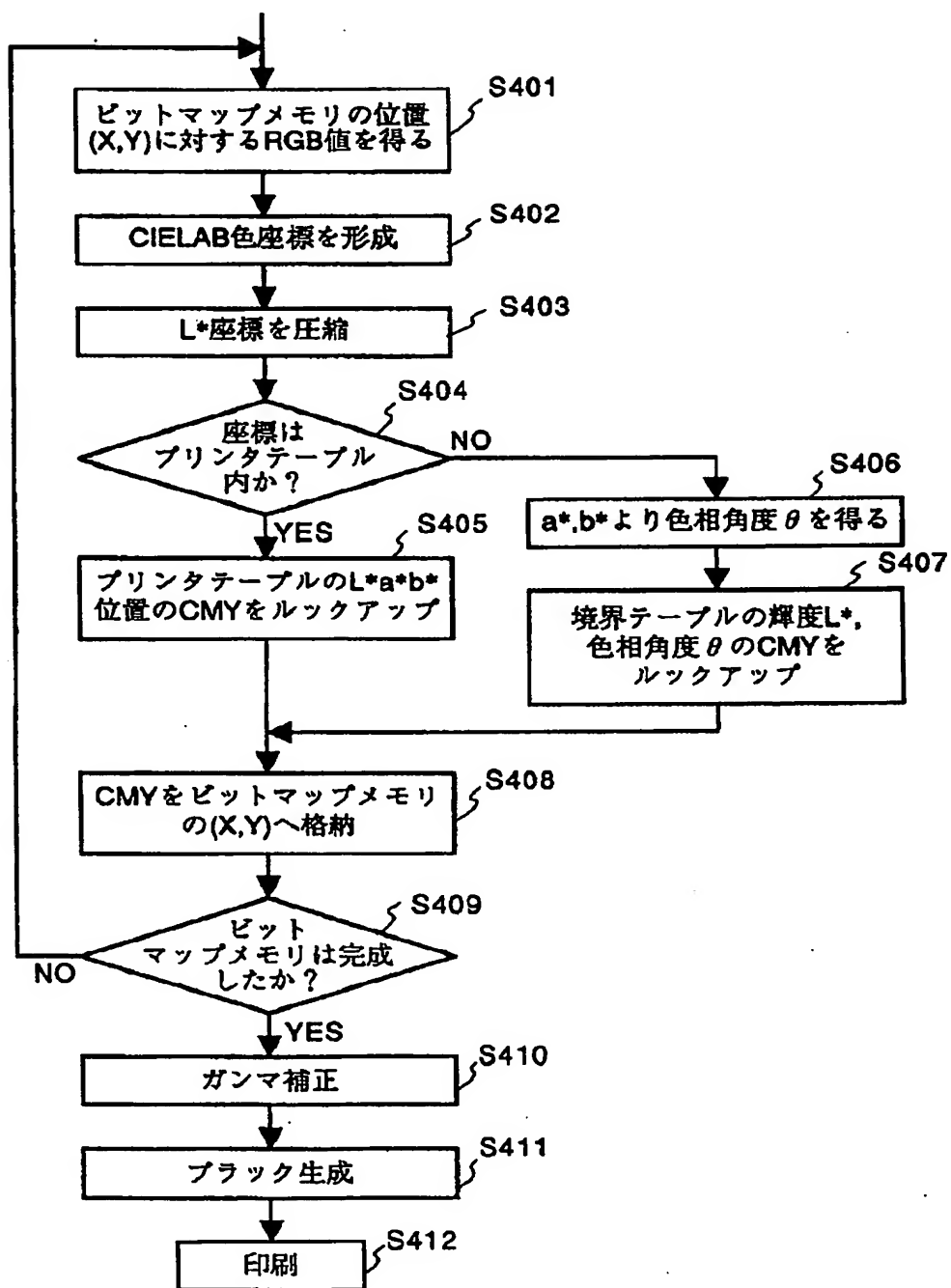
【図6】



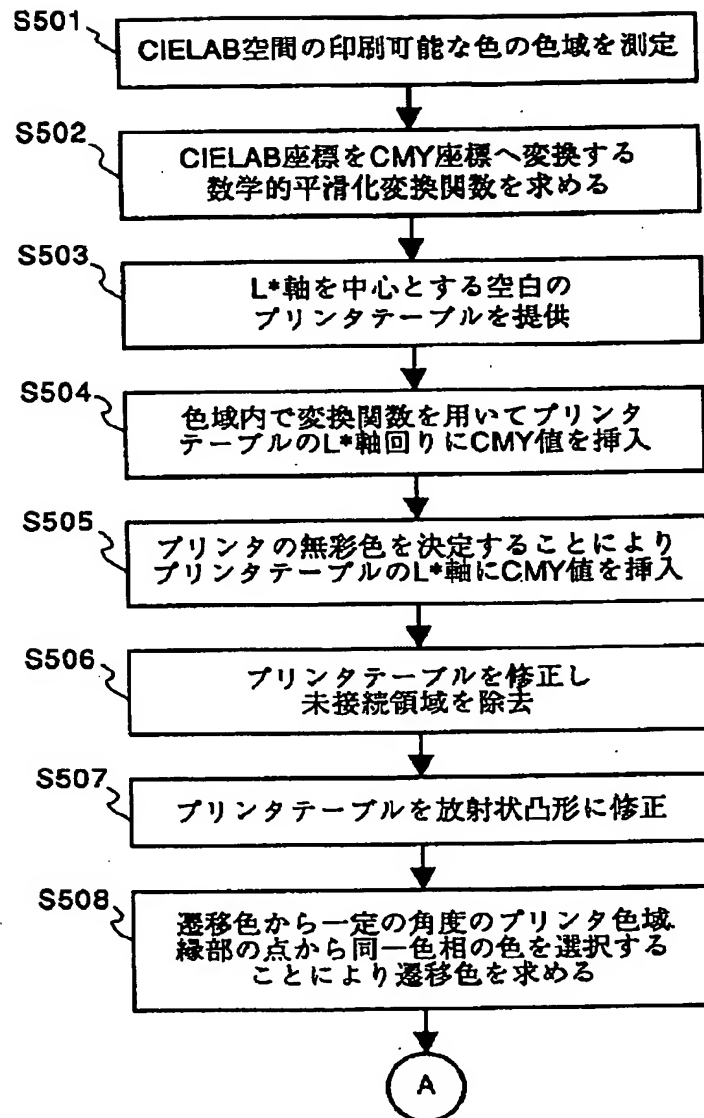
【図7】



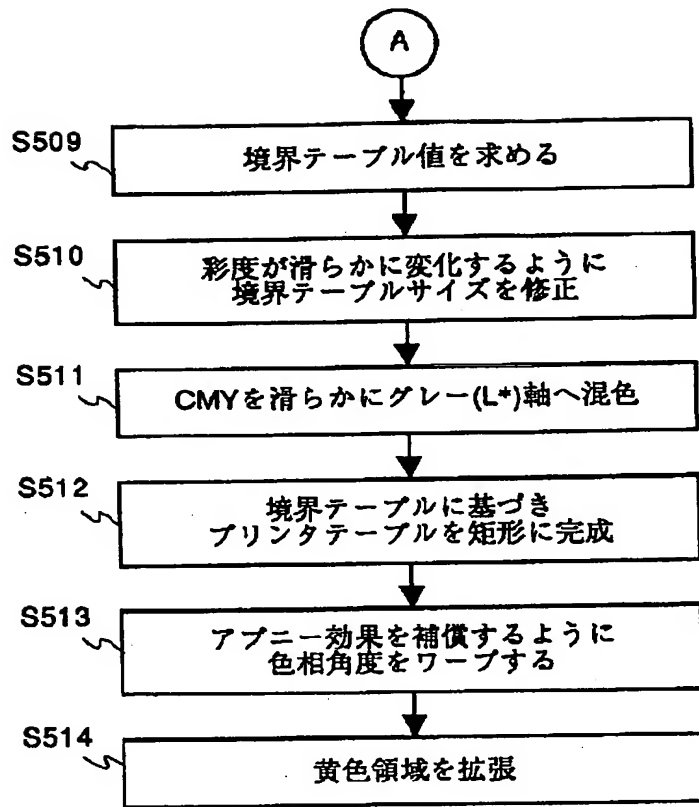
【図4】



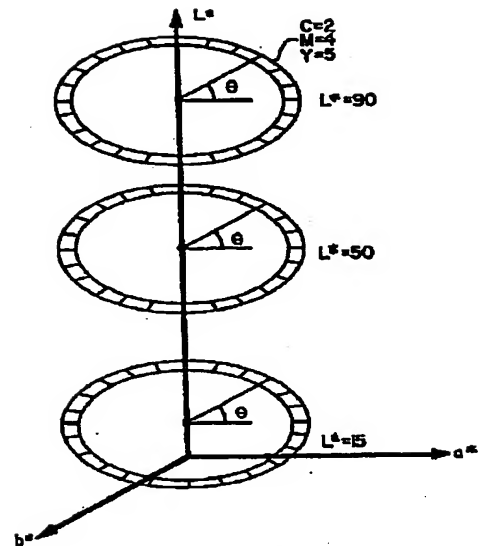
【図5 a】



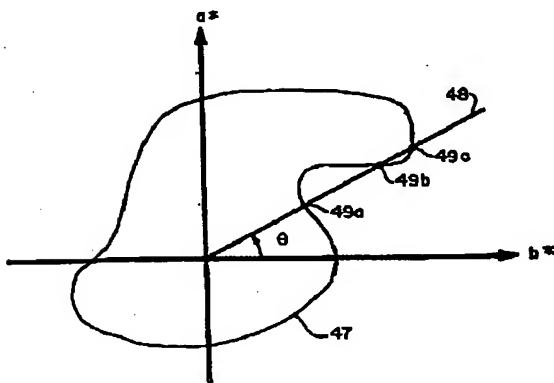
【図5b】



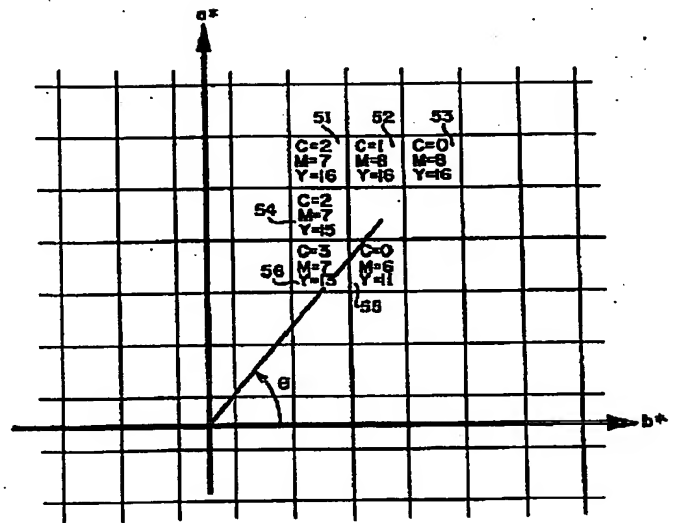
【図11】



【図8】

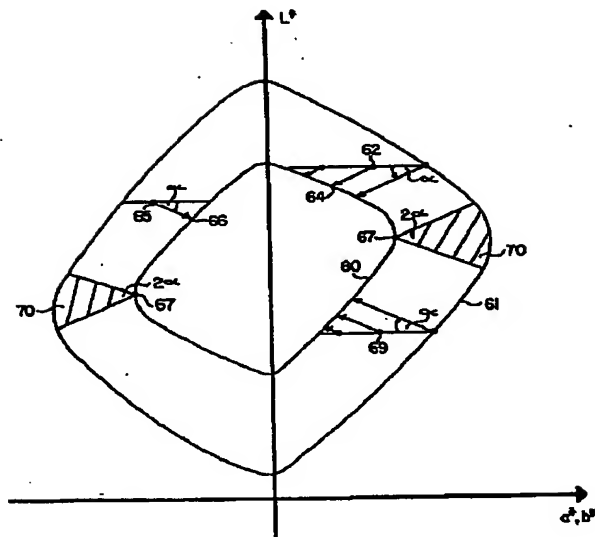


【図9】

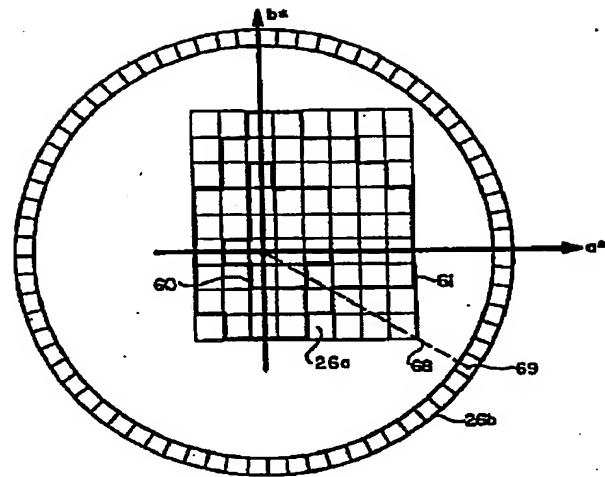




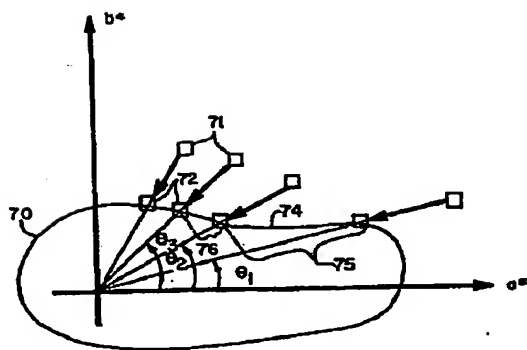
【図10】



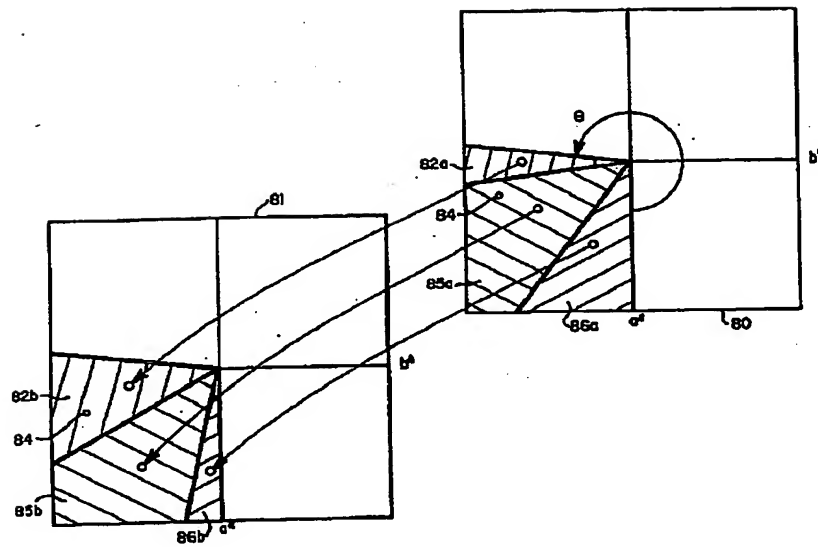
【図12】



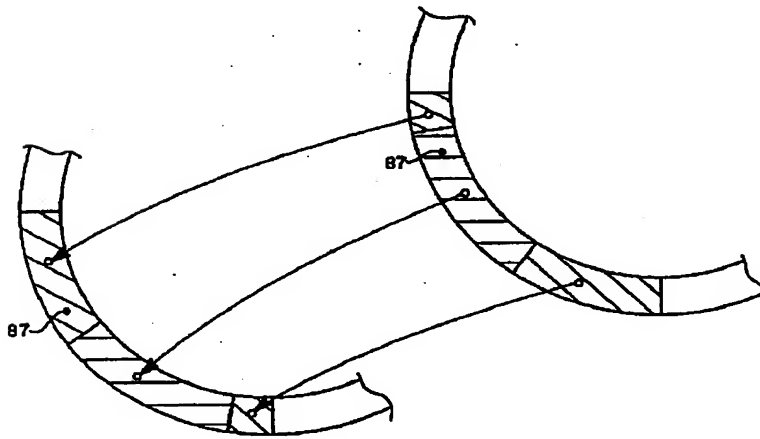
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>3</sup>  
 G 0 6 F 15/66  
 15/68  
 15/72

識別記号	弁内整理番号
	N 8420-5L
3 1 0	8420-5L
3 1 0	9191-5L
A	9191-5L
3 1 0	9192-5L

F I

技術表示箇所

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] It is the color printer look-up table characterized by being the color printer look-up table which offers the fundamental color value corresponding to the color in a device-independent color space, and the fundamental color value having the color value which changes smoothly to the color besides the color gamut of a color printer.

[Claim 2] The color besides the color gamut of said color printer is a color printer look-up table according to claim 1 characterized by having the lightness which increases from the darkest value to the brightest value in monotone in said printer table.

[Claim 3] Said fundamental color value is a color printer look-up table according to claim 1 characterized by including the fundamental color value about the color in said color printer color gamut, and the color besides the color gamut.

[Claim 4] Said fundamental color value is a color printer look-up table according to claim 3 characterized by including the fundamental color value about the color in the color gamut of a color monitor.

[Claim 5] Said fundamental color value about the color inside said color printer color gamut is a color printer look-up table according to claim 3 characterized by being set up so that it may correspond to the network color (associated colors) correctly.

[Claim 6] For a hue, said fundamental color value about the color of the exterior of said color printer color gamut is a color printer look-up table according to claim 5 characterized by being set up so that saturation may be made to increase and lightness may be changed, although held.

[Claim 7] It is a color printer driver equipped with the printer table constituted so that it might be a driver for a color printer, it might be the printer table which offers the fundamental color value corresponding to the color in a color printer color gamut, and the fundamental color value over the color besides a color printer color gamut and said fundamental color value about the color besides a color printer color gamut might change smoothly, a means receive the printing instruction of the specified color, and the control means which extract the fundamental color value corresponding to an assignment color from said printer table.

[Claim 8] The color besides the color gamut of said color printer is a color printer driver according to claim 7 characterized by having the lightness which increases from the darkest value to the brightest value in monotone in said printer table.

[Claim 9] Said printer table is a color printer driver according to claim 7 characterized by including the fundamental color value about the color in the color gamut of a color monitor.

[Claim 10] Said fundamental color value in said printer table about the color inside said color printer color gamut is a color printer driver according to claim 7 characterized by being set up so that it may correspond to the network color correctly.

[Claim 11] For a hue, said fundamental color value in said printer table about the color of the exterior of said color printer color gamut is a color printer driver according to claim 7 characterized by being set up so that saturation may be made to increase and lightness may be changed, although held.

[Claim 12] It is the color printer driver according to claim 7 characterized by being characterized by extracting a fundamental color value from the method of one as which was further equipped with the boundary table which offers a fundamental color value to the color besides a printer table, said control means chose the method of either 1 of said printer table or said boundary table as based on the directions color, and said printer table or said boundary table was chosen.

[Claim 13] Said boundary table is a color printer driver according to claim 12 characterized by consisting of cels of the shape of a wheel centering on a lightness shaft.

[Claim 14] For a hue, said fundamental color value in said boundary table about the color besides said printer color gamut is a color printer driver according to claim 12 characterized by being set up so that saturation may

be made to increase and lightness may be changed, although held.

[Claim 15] In order to make the process which is the formation approach of a printer table and judges the edge of a color printer color gamut, the process which changes a fundamental color value into said printer table about the color in the edge of said color printer color gamut, and the saturation of a color increase The formation approach of a printer table equipped with the process which only a fixed include angle extends a transition color on the edge of the edge of said printer color gamut, and changes it in a printer table between the edge of said color printer color gamut, and the edge of said printer table.

[Claim 16] The formation approach of the printer table according to claim 15 characterized by mapping all the points in the wedge field where only said fixed include angle was extended from the maximum saturation point of the edge of said printer color gamut on said maximum saturation point.

[Claim 17] Said fixed include angle is the formation approach of the printer table according to claim 15 characterized by being 15 abbreviation.

[Claim 18] Said fundamental color value about the transition color in said pudding length bull is the formation approach of the printer table according to claim 15 characterized by being set up to the color in the color gamut of a color monitor.

[Claim 19] It is the formation approach of the printer table according to claim 15 characterized by being set up so that it may correspond to the network color correctly [ said fundamental color value ] about the color in said color printer color gamut.

[Claim 20] For a hue, said fundamental color value about the color besides said printer color gamut is the formation approach of the printer table according to claim 19 characterized by being set up so that saturation may be made to increase and lightness may be changed, although held.

[Claim 21] The formation approach of the printer table according to claim 15 characterized by having further the process which creates a boundary table.

[Claim 22] For a hue, said fundamental color value about the color in said boundary table besides said printer color gamut is the formation approach of the printer table according to claim 21 characterized by being set up so that saturation may be made to increase and lightness may be changed, although held.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Industrial Application]** This invention relates to the equipment and the approach of forming and using the look-up table for determining a color so that a color printer may print according to the printing demand of a specific color. Here, with the specific color of which printing was required, the color which cannot be printed shall also be included by the printer. It appears, if a result by which a slight change of the color as which the color in a look-up table changed very smoothly, consequently was required was printed is brought with a discontinuous big jump especially to these colors. Furthermore, when the lightness of these colors changes in monotone, namely, it prints a shadow of a color to which it becomes bright gradually, again gradually, the printed actual color also comes to change brightly and depression of a color which becomes dark and which is not desirable does not have it.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** The usefulness of a color monitor or a color printer increasing, and the user of a computer looking at a full color image by the color monitor, and directing full color printing by the color printer in recent years is turning every day. However, the color pictures which a color printer and a color monitor form differ, respectively. Especially a color monitor is equipment of a luminescence mold, and formation of a color is performed by generally carrying out the additive mixture of colors of the light of three fundamental colors of red, green, and blue. On the other hand, the printed image reflects ambient light simply, and, generally the color of the printing image perceived through ambient light is influenced by cyanogen, a magenta, and three fundamental colors of the subtractive color process of yellow (sometimes, black is also contained).

**[0003]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]** These color mixture methods differ fundamentally and the range of the color which can be displayed with a monitor differs from the range of the color which can be printed by the printer as a result. 1 Fig. is CIE1931 chromaticity diagram and shows the range of the color which can be displayed on a monitor (namely, "color gamut") (field A), and the range of the color which can be printed to a printer (namely, "color gamut") (field B). Like illustration, the range of the color which can display a monitor is wider than the range of the color which a printer can generally print. A monitor is equipment which emits light and this is because a color is displayed with the saturation of the bigger range. However, like a field 10, although based on a subtractive color process, a low saturation field in which the direction of a printing image has the color range larger than a monitor also exists.

**[0004]** It was impossible to have printed a color picture which is accepted as faithful color reproduction of the color picture displayed before by such difference between the range which can be printed, and the range which can be displayed. Especially the thing for which the color of a field like the field 11 outside a color gamut located out of the field B of the color which can be printed is printed was completely impossible. Therefore, on the color monitor, even if it could see such a color, it was not able to be printed by the color printer.

**[0005]** It faces correcting the color outside a color gamut to the color on the periphery of a printer color gamut, and he is the color which is in the color outside the color gamut at the shortest vector distance and which can be printed, and is trying to choose the color holding the color and hue of the color outside the color gamut in U.S. Pat. No. 4,941,038. However, since it was corrected separately, the difference among few colors in the color which was printed by the smoothness of a color with the poor color besides the color gamut, therefore was demanded turned into a big difference, and each color outside a color gamut was printed. Especially, in a certain case, also when the smoothness of a poor color became the un-monotone change in brightness, and it appeared, therefore the lightness of the color besides a color gamut would not change from dark to \*\* smoothly and in monotone and fell from \*\* to dark rather depending on the case, it was. The color which should appear smoothly and in monotone to \*\* serves as a dark part which does not carry out a wish in fact, either from dark, and this

will appear.

[0006] 2 Figs. show the example of change of the color to which change of lightness appears in non-monotone and which is not smooth. 2 Figs. show the sectional view projected on  $L^*$  lightness shaft along  $a^*$  of CIELAB space, and the hue side of the arbitration in  $b^*$  shaft. In this 2 Fig., 24 shows the edge of the color gamut of a color printer. The color inside a edge 24 can be printed, and the color the outside of it is outside a color gamut, and, so, cannot be printed. 26 shows the boundary changed into the edge 24 of a printer color gamut in the interior. Each of a line 27 shows the table which gives the CMY value which should be printed in a corresponding color space according to the command which is going to print a color. In addition, 2 Figs. show only brightness value  $L^*$  in case the CMY value is printed for the purpose of an illustration.

[0007] Usually, it is thought that brightness increases to  $L^*$  shaft smoothly in parallel. In this way, about the train 28 parallel to  $L^*$  shaft, the value of brightness  $L^*$  increases to 56 smoothly from  $L^*=50$ . However, in a certain field, although brightness begins to rise from  $L^*=50$  to 52 (for example, 29 trains), however before going up to  $L^*=52$  of a final value, it falls in  $L^*=51$ . In this way, in the color of the printed result, change of brightness serves as depression and the non-monotony of the dark which is not desirable, and it appears.

[0008] In addition, a change [ un-monotone lightness ] is only a mere example of change of the color which is not [ about the color besides a color gamut ] smooth.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order that the purpose of this invention may cope with an above-mentioned problem, a printer table is offered, the color of the table changes very smoothly in the field outside a color gamut, and the color besides the color gamut shows a monotonous increment in lightness. According to one mode of this invention, a transition color is chosen from the color on the edge of the color gamut of a printer, and the selected color is a color which is in a fixed include angle from said transition color, without taking into consideration about change of lightness. Since each of said transition color is a color which is in a fixed include angle from the edge of a printer color gamut, the condition that it was shown in drawing 2 is not generated. Therefore, in lightness, a monotonous increment is shown to the color besides a color gamut which the color besides a color gamut comes to change smoothly, and increases in the brighter direction.

[0010] The outline of the above-mentioned invention is to understand the essence of invention promptly. This invention is more completely understood by referring to detailed explanation of the following suitable example, and the accompanying drawing which accomplishes some of these specifications.

[0011]

[Example] 3 Figs. are block diagrams showing the airline printer concerning the example of this invention. Like illustration, the airline printer consists of the color printer 40 with the host CPU 20 and a color monitor 30. The host CPU 20 has the processing circuits 21, such as 80286 microprocessors, the random access memory ("RAM") 22 which is the work area of the processing circuit 21, the read only memory ("ROM") 24 which is the static storage area of the processing circuit 21, the monitor driver 25, and a printer driver 26. An operator accesses the host CPU 20 through a keyboard 27. The keyboard 27 is connected to the processing circuit 21 by the interface 29. An operator performs program instruction stored in the processing circuit 21, displays a color picture on a monitor 30, and makes a color printer 40 print a corresponding color picture using a keyboard.

[0012] Although the host CPU 20 has connected the disk drive, the tape drive, the color video interface, the color scanner interface, etc. with other peripheral devices, such equipment is not illustrated here for simplification of explanation. Cooperativity of such equipment is carried out to the storing program instruction executed in the processing circuit 21, for example, a color picture is scanned, store in RAM22, make it display on a monitor 30, the color of the image is processed, or a printer 40 is made to print the image processed as a result.

[0013] According to the stored program instruction, the processing circuit 21 forms a color picture on a monitor 30. The processing circuit 21 provides the monitor driver 25 with a color picture, and the monitor driver 25 generates the RGB value about each pixel of a monitor 30. A RGB value is offered through an interface.31 to a monitor 30, and those values are displayed with a monitor 30.

[0014] According to a request, the processing circuit 21 also provides a printer driver 26 with a color picture for printing by the color printer 40. A printer driver 26 generates a CMY value about each pixel of a color picture based on the color value from the processing circuit 21. A CMY value is determined according to printer table 26a or boundary table 26b. Printer table 26a is a table which offers a CMY value about all the colors that can be printed to a printer 40. Boundary table 26b is a table which offers the CMY value about the color which cannot be printed by the printer 40. In addition, the printer table may also include the CMY value of the color in which some printings are impossible, in order to smooth transition to the color which cannot be printed from the color which can be printed. Furthermore, you may make it include a black (following "K") value. A printer 40 is provided with a CMYK value through an interface 41, and it is stored in the bit map memory 42 in a printer 40.



The bit map memory 42 may store the full bitmapped image of the image printed, or you may make it store the bitmapped image of a certain field or a part. If sufficient color data for the bit map memory 42 are stored, the color printer head 44 will go and come back to the recording paper and platen top which approached. The print head 44 is equipped with 32 ink jet nozzles of eight steps of vertical 4 \*\*\*\* in this example. All the nozzles of the 1st train carry out the regurgitation of the ink droplet of cyanogen. The nozzle of the 2nd train carries out the ink droplet of a magenta, and all the nozzles of all of discharge and the 3rd train carry out the regurgitation of the ink droplet of yellow. All the nozzles of the 4th train carry out the regurgitation of the ink droplet of black. If a print head 44 goes and comes back to a platen one time, these nozzles will be independently controlled according to the color data of the bit map memory 42 so that the pixel of eight lines is printed.

[0015] 4 Figs. are the flow charts for explaining the actuation which chooses a CMYK value from the color data with which the processing circuit 21 was provided with the printer driver 26. At step S401, a printer driver 26 acquires the RGB value about a certain location in a bit map 42 (x y). At step S402, a printer driver 26 forms the color ("it is said that it is device-independent hereafter") coordinate value for which it does not depend on equipment from a RGB value. Preferably, this device-independent color coordinate is a CIELAB color coordinate. As for this, a CIELAB color space is uniform in consciousness, and the section of the equal magnitude in a CIELAB color space is because it is in agreement with change of magnitude with the equal color perceived also in any. Furthermore, since a CIELAB color space can be made into a cylinder-like coordinate and can be seen about a hue or brightness, it is the intuitive color coordinate which is easy to define a color-gamut map.

[0016] At step S403, a brightness coordinate is compressed in an extreme brightness part (plurality) on L\* shaft of CIELAB space. In addition, it may be made to perform the compression step S403 by operating L\* value from step S402 mathematically by storing in a printer table or a boundary table the CMY value which could perform directly or was corrected indirectly. Although it is desirable in some cases, in carrying out indirectly, it stores the value into which the printer table and boundary table was also compressed beforehand. That is, in the printer table and the boundary table, it is adjusted so that the value of brightness  $L^*=99$  may be equivalent to brightness  $L^*=94$  in fact. Similarly, the value of brightness  $L^*=7$  is equivalent to brightness  $L^*=26$  in practice. The central part of a brightness range, for example, the value in  $L^*=38-90$ , is still un-correcting. Thereby, brightness can be compressed, without needing the direct compression by data manipulation.

[0017] The compression step S403 is a step of an option. However, since it guarantees printing this step so that change of brightness can be perceived also by the color which has extreme brightness, it is desirable to perform this step for that reason. That is, it is because a monitor 30 displays a color with an emitter, so the peak price of the brightness of a printer 40 is restricted by the whiteness of the paper in which a color picture is formed to being being able to display a color with a brightness value higher than a printer 40. Furthermore, since a monitor 30 can extinguish the light of an issue object completely, it can display a color with a brightness value lower than what the printer 40 printed. This is because some reflect ambient light even in the ink of black. Therefore, in order to ensure printing of a certain color, even when printing by the brightness of a peak price and the minimum value even if, it is desirable to compress the brightness value determined at step S402 into the range which can be printed by the printer 40.

[0018] At step S404, it is investigated whether there are L\* and a\* which were generated at steps S402 and S403, and a b\* coordinate within limits covered by printer table 26a. If that L\*, a\*, and b\* coordinate are within the limits of printer table 26a, it will progress to step S405 and the CMY value which is equivalent to L\*, a\*, and b\* coordinate location (this L\*, a\*, and b\* coordinate location turn into a location nearest to that L\*, a\*, and b\* in fact since only the discrete value is stored) within printer table 26a will be referred to (lookup). On the other hand, when printer table 26a has L\*, a\*, and b\* coordinate out of range, it progresses to step S406 and the hue include angle theta is obtained from a\* and b\* value according to the following formula.

[0019] theta = it progresses to arctan and  $(b^*/a^*)$  step S407 which carries out the lookup of the boundary table, and the lookup of the CMY value of the nearest location in the boundary table equivalent to the hue include angle theta for which it asked at brightness L\* and step S306 is carried out. In any case, it progresses to step S408, and those CMY values are stored in the location (x y) of the bit map memory 42. As long as it is required, you may make it a CMY value adjust the difference of actual L\* which could be corrected before storing, for example, was stored in these tables, a\*, b\* value, and the value of the request computed as mentioned above by interpolation processing.

[0020] At step S409, a printer driver 26 judges whether bit map memory was completed. When bit map memory is not completed, it returns to step S401 and the following RGB value is acquired for the next location (x y) of bit map memory. On the other hand, when the whole bit map memory is completed, or when sufficient fields (band of die length of eight lines equivalent to eight lines of the ink jet nozzle of a head 44 etc.) are already completed in bit map memory, it progresses to step S410 and a gamma correction is performed. The CMY value of bit map memory is adjusted by the gamma correction so that brightness may be distributed to homogeneity.

At step S411, lower color removal is performed and the black value over the location (x y) of bit map memory is acquired. Lower color removal of this example is performed by the simple method of choosing the minimum value in a CMY value and assigning the value to a black value. Then, each of a CMY value subtracts a black value and is adjusted.

[0021] The sequence of steps S410 and S411 is not the regular thing, for example, in order to use specific color printing techniques, such as a continuation tone, a dither method, and an error diffusion method, it may replace sequence. At step S412, color printing can begin using the CMY value acquired as a result of the above-mentioned processing.

[0022] 5 Figs. are the flow charts explaining the formation approach of printer table 26a and boundary table 26b. What is necessary is just to perform the flow procedure of illustration, when it is attached to each printer, and it carries out only once or the need for readjustment arises. It is more more desirable to perform the flow procedure of 5 Fig. to 1 set of printers, such as a printer of the same model number, only once, and to provide for an operator in the form of software as a part of works adjustment of a printer.

[0023] At step S501, the color gamut or range of a color which can be printed by the printer 40 is measured. the very large subset of all the desirable colors that can print this by the printer 40 -- or it carries out by printing a perfect set. For example, in the printer used by this example, each of CMY and K value is printed with 65 gradation of the numeric value of 0-64. thus, 17 C value 0, 4, 8, and 12, i.e., numeric values, and ... 64 is printed and M value of 17 pieces and Y value of 17 pieces are printed similarly. All the possible combination of the CMY value of each of 17 these is printed, and the color patch which is  $17 \times 17 \times 17 = 4,913$  piece after all is made.

[0024] the above-mentioned chromatic color (hued colors) -- in addition, all possible achromatic color values (gray values) are printed for the achromatic color value of 48 pieces on 17 colors [ finishing / printing / already ] in this case. By the sampling of the above printer color gamuts, it will be understood that a pure achromatic color is printed with a chromatic color. Since reappearance of a suitable achromatic color is a desirable property in color reappearance even when using what for sampling, the property of printing of this pure achromatic color should be held.

[0025] A color is measured about each of 4,913 color patches and 48 added gray patches in a device-independent color space like the above-mentioned CIELAB color space. In this way, in the last of step S501, about each of the combination of a  $4,913 + 48 = 4,961$  piece unique CMY color,  $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  coordinate are measured and this specifies a printer color gamut.

[0026] At step S502, the mathematical smoothing function for converting a CIELAB coordinate into a CMY coordinate is obtained. In this example, the fit by the minimum root squaring methods of the three dimension from CIELAB space to CMY space was chosen. That is, the multiplier of  $C_0$  to  $C_{19}$  and the multiplier of  $m_0$  to  $m_{19}$  and  $y_0$  to  $y_{19}$  were obtained so that the best fit might be given in the sense of the minimum square to the color gamut measured at step S501 using the technique of fitting by the well-known minimum root squaring methods.

[0027]

$$= C \ c_0 + c_1 L^* + c_2 a^* + c_3 b^* + c_4 L^{*2} + c_5 a^{*2} + c_6 b^{*2} + c_7 L^* a^* + c_8 L^* b^* + c_9$$

$$a^* b^* + c_{10} L^{*3} + c_{11} a^{*3} + c_{12} b^{*3} + c_{13} L^* a^{*2} + c_{14} L^* a^* b^* + c_{15} L^* b^{*2} + c_{16} L^* b^* a^* + c_{17} a^* b^{*2} + c_{18} a^* b^* L^* + c_{19} L^* a^* b^* \quad (1)$$

$$= M \ m_0 + m_1 L^* + m_2 a^* + m_3 b^* + m_4 L^{*2} + m_5 a^{*2} + m_6 b^{*2} + m_7 L^* a^* + m_8 L^* b^* + m_9 a^* b^* + m_{10} L^{*3} + m_{11} a^{*3} + m_{12} b^{*3} + m_{13} L^* a^{*2} + m_{14} L^* a^* b^* + m_{15} L^* b^{*2} + m_{16} L^* b^* a^* + m_{17} a^* b^{*2} + m_{18} a^* b^* L^* + m_{19} L^* a^* b^* \quad (2)$$

$$= Y \ y_0 + y_1 L^* + y_2 a^* + y_3 b^* + y_4 L^{*2} + y_5 a^{*2} + y_6 b^{*2} + y_7 L^* a^* + y_8 L^* b^* + y_9$$

$$a^* b^* + y_{10} L^{*3} + y_{11} a^{*3} + y_{12} b^{*3} + y_{13} L^* a^{*2} + y_{14} L^* a^* b^* + y_{15} L^* b^{*2} + y_{16} L^* b^* a^* + y_{17} a^* b^{*2} + y_{18} a^* b^* L^* + y_{19} L^* a^* b^* \quad (3)$$

You may make it use a certain mathematical function which changes measured value of step S401 into CMY coordinate space from device-independent color coordinate space (fit) at step S502. However, in order to remove the measurement error possibly generated at step S501, as for the conversion (mapping) function, it is desirable to include data smoothing.

[0028] Furthermore, before changing at step S502, it is desirable to carry out weighting processing on some points measured at step S501. For example, reappearance of suitable beige gradation is the important property of color printing. Therefore, it is because it is desirable to process the color which hits a beige field depending on the case by increasing weight from other colors.

[0029] At step S503, a device-independent color space, i.e., a CIELAB color space, is divided at the section of equal size. One of such the sections is centered on  $L^*$  shaft, and it includes  $L^*$  shaft. Such division offers the printer table of a null. As for the size of a printer table, it is desirable to make it a printer color gamut included in addition to the color gamut of a typical color monitor. For example, it is more desirable for the printer table to include the color field shown by 12 generally according to drawing 1. The size of the section of a printer table

must pay sufficient consideration for the storing limit of a printer table, and must be as small as possible. For example, it is clear that the gradation change of brightness more detailed than gradation change of a detailed hue or saturation is more important. If a brightness shaft is divided at the section of  $\Delta L^* = 1$  (the range of brightness  $L^*$  is 0-100), it is also decided that gradation change of sufficient brightness will be obtained. It turns out that such a detailed gradation change is not usually needed about a hue, but gradation change of a hue with the suitable section of  $\Delta a^* = \Delta b^* = 3$  is given on the other hand (the range of  $a^*$  and  $b^*$  is the core ( $L^* = 50$  [near / i.e., ]) of a brightness shaft, and is [about] -from 100 to +100).

[0030] In addition to above-mentioned consideration, a printer color gamut must note not being the same, either to each brightness value. Especially a color gamut is small in [in an extreme brightness region] comparison, and comparatively large at the core of a brightness shaft. 6 Figs. show the typical division into the printer table of CIELAB space. However, the gradation change about all brightness and hues is not illustrated here for simplification of explanation. It is suitable for the comparatively small rectangle grid of  $a^*$  and  $b^*$  shaft to develop a printer color gamut in a comparatively low brightness value like  $L^* = 10$ . Similarly, it is suitable for the comparatively small rectangle grid of  $a^*$  and  $b^*$  shaft to store a printer color gamut in a comparatively high brightness value like  $L^* = 90$ . However, in a middle brightness value like  $L^* = 50$ , the comparatively large rectangle grid of  $a^*$  and  $b^*$  shaft is required to develop a printer color gamut.

[0031] As shown in further 6 Fig., the rectangle grid of each intensity level includes  $L^*$  shaft (in 5 Figs., it is concentrating on  $L^*$  shaft). That is, in a rectangle grid, the cel which is correctly in agreement with  $a^* = b^* = 0$  exists. The central point,  $a^* = b^* = 0$  [i.e., ], is equivalent to a pure achromatic color, and they are suitably reproduced as a pure achromatic color for suitable color reappearance as mentioned above.

[0032] In practice, it is desirable that many colors are contained in a printer table rather than the printer color gamut, and it is most desirable to contain the color looked at by the color gamut of a typical monitor. By this, a printer table will make the color for a edge of a printer color gamut change smoothly in the color of a boundary table, and will include the transition value which saves a part for the color difference in the field besides a printer color gamut.

[0033] At step S504, C, M, and Y value are inserted in the perimeter of  $L^*$  shaft of a printer table using the transform function called for at step S502. Corresponding to digital color printing contrastive with continuous tone printing, C and M which are an edge numeric value, and Y value are omitted, or are made an integral value by rounding off. The numeric value is contained only in the part which the whole rectangle grid of each intensity level is not filled numerically completely, and is known as inside of a printer color gamut. Furthermore, depending on a transform function, the cel on  $L^*$  shaft, i.e., the point of  $a^* = b^* = 0$ , is not changed exactly. Rather, the CMY value over these points is inserted at step S505 by determining the achromatic color of the printer measured at step S501 using corresponding  $L^*$  value. It is guaranteed that this does not bring a hue value to a pure achromatic value depending on data smoothing introduced with said transform function.

[0034] At steps S506 and S507, it corrects to the color which cannot print the CMY value of a printer table. The color which cannot be printed is produced for the defect (artifacts) by the transform function chosen at step S502. For example, in the used transform function, the unsuitable field which is not in a printer color gamut like the field 45 of 7 Fig. is generated in a printer table. Such a defect is removed at step S506 by removing all the fields that have not been connected to the field of the perimeter of  $L^*$  shaft.

[0035] The color which cannot be printed is produced also from a situation as shown in 8 Fig. In 8 Fig., the sign 47 expresses the edge of the printer color gamut to brightness value  $L^*$  of arbitration. Since the \*\*\*\*\* radial line from  $L^*$  shaft does not cross in respect of a edge 47 and only, the printer color gamut of illustration has not had the convex form of a radial. Especially the radial line 48 crosses at three points, a edge 47, and 49a, 49b and 49c. The field between 49a and 49b accomplishes the crevice of a radial, and has become the factor which generates the unsuitable CMY value of a printer table. Therefore, at step S507, the value of a printer table is corrected so that it may become a convex form at a radial.

[0036] 9 Figs. show this process. 9 Figs. show the rectangle grid within  $a^*$  to brightness value  $L^*$  of arbitration, and  $b^*$  shaft. Cels 51-55 contain the printing possible value in a printer color gamut altogether. However, since the radial line of an include angle theta passes along two cels (53 56) of a printer color gamut, a cel 59 is a concave at a radial. Therefore, a table is used as a convex form by assigning a certain CMY value to a cel 59 at a radial. The value holds the hue of the color (whenever [drawing medium square / theta]) as much as possible, and is chosen by choosing the saturation value nearest to the value for which it asks. In this way, in 9 Figs., the value of one cel in the cels 51-55 can be assigned to the value of a cel 59 depending on the cel (plurality) which has a nearer value in the hue value of the cels 51-55, and a saturation value. In 9 Figs., the value of C = 1, M = 18, and Y = 14 is chosen.

[0037] It asks for the transition color of each printer table at step S508. 10 Figs. show signs that the CMY value over a transition color is chosen. Among drawing, a sign 60 is the edge of a printer color gamut, and 61 is the

edge of the printer table color gamut which is mostly in agreement with the edge of a typical color monitor as mentioned above. The color on the edge 60 of the printer color gamut in the location of the fixed include angle  $\alpha$  is chosen from a transition color to a transition color about each of the transition color of a edge 60 and the field between 61. In addition, although any [ of brightness ] change may be permitted, it means that the range of brightness change is not limited to the threshold of arbitration. For example, although the point 64 on the edge 60 of a printer color gamut is chosen to the transition color 62, this is because a point 64 is in the location of an include angle  $\alpha$  from a point 62. The point of similarly corresponding on the edge 60 of the printer color gamut in a location of the fixed include angle  $\alpha$  like a point 66 to each point of a transition region like a point 65 is chosen. To the transition color exceeding the maximum saturation point 67 of a printer color gamut, an include angle  $\alpha$  is taken downward. On the contrary, to a less than 67 maximum saturation point transition color, an include angle  $\alpha$  is taken upward like a color 69. The maximum saturation point 67 is chosen to the color in the wedge (wedge) field 70 which constitutes the maximum saturation points 67-2 $\alpha$ . In this way, the total color in a wedge 70 is changed into a color 67.

[0038] Also in order for it to become certain to bring about change of a color with smoothest edge 60 and transition color between 61, it is desirable to confirm whether about the saturation on the edge 60 of a printer color gamut, before developing the fixed include angle  $\alpha$ , it increases from the minimum saturation in monotone, results to the maximum saturation point, and decreases in monotone to the minimum saturation. When change of saturation is not monotonous, whenever [ color / of the edge of a printer color gamut ] is corrected before fixed expansion of an include angle so that the change may be eliminated.

[0039] If an include angle  $\alpha$  is made into 15 degrees, it will have become clear that a satisfactory result is induced without making saturation fully increase and causing a unreasonably big change to lightness. Other values of  $\alpha$ , for example, 10 degrees, and no less than 20 degrees are applicable. Boundary table 26b is created at step S509. A boundary table is formed as one wheel to each brightness value of a printer table to printer table 26a being formed as a rectangle grid of  $a^*$  and  $b^*$  shaft to each brightness value. in this way, as shown in 11 Fig., the brightness value in which a printer table exists is alike, respectively, it receives, the boundary table of the shape of one wheel is offered, and one boundary table is equivalent to each printer table. A boundary table has two or more cels, and these cels are accessed at the hue include angle  $\theta$  calculated as follows as a function of  $a^*$  and  $b^*$  coordinate.

[0040]  $\theta = \arctan 12 (b^*/a^*)$  Fig. shows correspondence of a boundary table and a printer table. Boundary table 26b is a centering on  $a^* = b^* = 0$  wheel-like table to printer table 26a being a rectangle grid-like table to brightness value  $L^*$  of arbitration. Each cel of a boundary table is accessed the include angle  $\theta$  within  $a^*$  corresponding to a hue, and  $b^*$  shaft. It has become clear that one increment equivalent to 360 cels in each boundary table gives gradation change of a hue appropriately experimentally. However, this is correctable so that it may explain with reference to 13 Figs. below.

[0041] At step S510, the CMY value over each cel of a boundary table is chosen by the approach same with choosing the CMY value over the transition color of a printer table. Thus, a so-called boundary table color is chosen from the edge color of the printer color gamut which is in the location of the fixed include angle  $\alpha$  (the same  $\alpha$  as what was used on the printer table) from a boundary table. As mentioned above, when it is made to take facing up or downward by whether an include angle  $\alpha$  has a boundary table color above the maximum printer saturation point, or it is downward and a boundary color table is in a wedge 70, it is limited to the maximum printer saturation point.

[0042] At step S510, in order to check that the saturation of the color of a boundary table is changing smoothly, a boundary table value is investigated. This situation is explained by 13 Figs. showing the printer color gamut 70 in brightness value  $L^*$  of the arbitration of  $a^*$  shaft and  $b^*$  shaft. As mentioned above, the color located out of a printer color gamut like a color 71 is changed into the boundary color 72 of a printer color gamut, holding a hue include angle. In a field in which the saturation which can be printed changes quickly like a field 74 especially, a slight change of a hue results in a rapid change to the saturation of a boundary table. For example, if a hue include angle changes to  $\theta_2$  from  $\theta_1$ , saturation will be comparatively large and at least change with a small hue will change. It looks unnaturally when saturation has such a big change, and it prints.

[0043] Thus, in order to avoid an unnatural printing result, size of a boundary table is enlarged until a sufficiently detailed increment comes to appear in a hue so that saturation may change smoothly certainly. An increment of a boundary table repeats count of step S509 so that the CMY value of a new boundary table may be fulfilled. At step S511, the CMY value of a printer table is investigated and corrected and it ensures that CMY carries out color mixture to an achromatic color ( $L^*$  shaft) smoothly. In detail, in a discrete intensity level, a printer table color is re-determined so that the printer table color near  $L^*$  shaft may carry out color mixture to an achromatic color smoothly.

[0044] At step S512, a printer table is completed to a rectangle. The CMY value was not inserted in the

transition region 61 between the field in the printer color gamut 60 of a printer table (steps S504 and S505), a printer color gamut, and a boundary table even at this step in more detail (step S509). At step S502, a hue include angle is computed about the remaining cels of a printer table like 69 of 12 Fig., and the color of a boundary table of a hue include angle which expresses 68 of 12 Fig. is inserted.

[0045] At step S513, in order to compensate the Abney effect, the hue include angle of a printer table and a boundary table is leaped. Specifically, the CMY value (this value is memorized by the printer table and the boundary table at this time) over the color besides a color gamut is altogether based on expansion of a fixed include angle, as mentioned above in relation to step S508. However, if expansion of returning to the edge of a printer color gamut is performed about a color with high saturation, holding a fixed include angle, it will result in change to the hue perceived according to the Abney effect. For example, \*\*\*\*\* (however, it cannot print) of high saturation will be changed into the purple of the lower saturation of the edge of a printer color gamut by expansion of a fixed include angle as mentioned above. In order to compensate this effectiveness, the hue include angle of a printer table and a boundary table is made to leap (you make it distorted). The CMY value over one hue include angle is transferred to both a printer table and a boundary table in more detail to one hue include angle from which others differ, and the hue perceived by the print color is held. 14 and 15 Figs. show this warp about the blue / purple color space field in the hue include angle  $\theta$  in  $\theta = 255$  degrees to  $\theta = 333$  degrees.

[0046] 14 Figs. show the printer table 80 before a warp, and its printer table 81 after a warp. These printer tables of 14 Fig. receive brightness value  $L^*$  of arbitration to the printer table of the arbitration in  $a^*$  and  $b^*$  side. The warp of perform [ about each of a printer table to  $L^*$  value chosen at step S503 ] shown in 14 Fig. is clear. As shown in 14 Fig., blue field 82a is extended to corresponding warp blue field 82b. It is ensured that the CMY value printed to instruction that this prints the blue of the high saturation besides a color gamut serves as a color of a rather blue hue from \*\*\*\*\*. For example, if the blue 84 besides the color gamut of high saturation is printed according to the table 80 which is not leaped, it will turn into \*\*\*\*\*, but if it prints according to the leaped table 81, it will become blue.

[0047] The CMY value of field 85a is changed into field 85b by the further hue include-angle warp (map), and it is changed into 86b from field 86a. The detail of conversion is as follows.

The hue include angle of 255 degrees – 305 degrees: They are warp include-angle  $[255+\text{ang}] = 255+0.5*\text{ang}$ , however  $0<\text{ang}<50$  degree.

The hue include angle of 305 degrees – 309 degrees: They are warp include-angle  $[305+\text{ang}] = 280+1.25*\text{ang}$ , however  $0<\text{ang}<4$  degree.

The hue include angle of 309 degrees – 333 degrees: They are warp include-angle  $[309+\text{ang}] = 285+2*\text{ang}$ , however  $0<\text{ang}<24$  degree.

In this way, 255 degrees – 280 degrees of non-leaped fields are leaped by being extended at 255 degrees – 305 degrees of fields, and 280 degrees – 285 degrees of non-leaped fields are leaped by compressing to 305 degrees – 309 degrees of fields. Moreover, 285 degrees – 333 degrees of non-leaped fields are leaped by compressing to 309 degrees – 333 degrees of fields. Although these leaped fields are maintaining the continuity, they have the same edge point (here 255 degrees and 333 degrees) as a non-leaped field.

[0048] The same warp is performed also in red and cyanogen. The warp processing to red is as follows.

The hue include angle of 10 degrees – 40 degrees: They are warp include-angle  $[10+\text{ang}] = 10+0.5*\text{ang}$ , however  $0<\text{ang}<30$  degree.

The hue include angle of 40 degrees – 53 degrees: They are warp include-angle  $[40+\text{ang}] = 25+1.25*\text{ang}$ , however  $0<\text{ang}<12$  degree.

The hue include angle of 52 degrees – 76 degrees: They are warp include-angle  $[52+\text{ang}] = 40+1.5*\text{ang}$ , however  $0<\text{ang}<24$  degree.

Thus, 10 degrees – 25 degrees of non-leaped fields are leaped by being extended at 10 degrees – 40 degrees of fields, and 25 degrees – 40 degrees of non-leaped fields are leaped by compressing to 40 degrees – 52 degrees of fields. Moreover, 40 degrees – 76 degrees of non-leaped fields are leaped by compressing to 52 degrees – 76 degrees of fields.

[0049] The warp processing to cyanogen is as follows.

The hue include angle of 170 degrees – 195 degrees: They are warp include-angle  $[170+\text{ang}] = 170+2.0*\text{ang}$ , however  $0<\text{ang}<25$  degree.

The hue include angle of 195 degrees – 245 degrees: They are warp include-angle  $[195+\text{ang}] = 220+0.5*\text{ang}$ , however  $0<\text{ang}<50$  degree.

Thus, 170 degrees – 220 degrees of non-leaped fields are leaped by compressing to 170 degrees – 195 degrees of fields, and 220 degrees – 245 degrees of non-leaped fields are leaped by extending to 195 degrees – 245 degrees of fields.

[0050] The same warp processing as having been carried out to the printer table is performed also about a boundary table, as shown in 15 Fig. Like the above-mentioned, if it prints to the blue printing instruction besides a color gamut like a color 87 by this processing according to a non-leaped boundary table, it will be printed as a hue of \*\*\*\*\*, but if it prints according to the boundary table by which warp processing was carried out, it will become the color of a certainly blue hue.

[0051] By the above-mentioned warp, since the color besides a color gamut also makes the color in a color gamut leap, smoothness can be held in the color in a printer table and a boundary table. Although it is possible to also make it leap only about the color outside a color gamut, if it carries out like this, the continuity of the color of the edge of a printer color gamut will worsen. Furthermore, since the color in a color gamut was made to leap even if, even if a color shifts, in order for the line of the hue include angle to become near mutually about the color in a color gamut and to separate mutually about the color besides the color gamut of high saturation, it has become clear experimentally that a discrepancy seldom becomes a problem.

[0052] Although the total color in the same hue include angle is made to leap equally independently with saturation with an above-mentioned warp technique, it is also possible to introduce the factor based on saturation into a warp. In that case, the color of still higher saturation is leaped to the color of comparatively low saturation. At step S514, the color in the yellow field of a printer table and a boundary table is corrected so that the yellow field may spread. If it explains in detail, as shown in 2 Fig., it lapses into a printer color gamut with the very narrow pure yellow of a printer, and it will be hard to find it to a user (since the yellow range of a monitor is more wide). About pure yellow, since the range which can be printed is very narrow, a user will choose \*\*\*\*\* from desired pure yellow mostly. So, a yellow field is expanded at step S514. Expansion of this yellow field can be performed by the warp of the following hue include angle.

The hue include angle of 87 degrees - 91 degrees: They are warp include-angle  $[87+ang] = 87+1.25*ang$ , however  $0 < ang < 4$  degree.

The hue include angle of 91 degrees - 97 degrees: They are warp include-angle  $[91+ang] = 92$ , however  $0 < ang < 6$  degree.

The hue include angle of 97 degrees - 112 degrees: They are warp include-angle  $[97+ang] = 92+0.5*ang$ , however  $0 < ang < 15$  degree.

The hue include angle of 112 degrees - 132 degrees: They are warp include-angle  $[112+ang] = 99.5+1.25*ang$ , however  $0 < ang < 20$  degree.

The hue include angle of 132 degrees - 147 degrees: They are warp include-angle  $[112+ang] = 124.5+1.5*ang$ , however  $0 < ang < 15$  degree.

The computer program which performs S514 automatically is developed from the above-mentioned step S501, and it will be submitted in the form of a supplementary microfiche.

[0053]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the printing approach of this invention, and equipment, in color printing, it can print with smoothness to altitude about the color besides a color gamut.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the chromaticity diagram showing the relation between the color gamut which can be printed by the printer, and the color gamut which can be displayed on a monitor.

[Drawing 2] Drawing having shown the printer table with the sectional view of CIELAB space.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the airline printer in connection with this example.

[Drawing 4] It is a flow chart explaining selection of the CMYK value of a color printer by the printer driver of the equipment of 3 Fig.

[Drawing 5 a] It is a flow chart explaining the formation approach of a printer table and a boundary table.

[Drawing 5 b] It is a flow chart explaining the formation approach of a printer table and a boundary table.

[Drawing 6] It is drawing showing the typical division into a printer table from a CIELAB color space.

[Drawing 7] A non-connected field is drawing showing signs that it is removed from a printer table.

[Drawing 8] It is drawing showing a concave field in the radial in a printer color gamut.

[Drawing 9] It is drawing showing signs that a concave field is removed by forming a printer table in a radial at a convex form.

[Drawing 10] In the transition region of a printer table, it is drawing showing signs that a CMY value is chosen to each cel.

[Drawing 11] It is drawing showing arrangement of a boundary table.

[Drawing 12] It is drawing showing the relation between the printer table in the CIELAB color space to brightness value  $L^*$  of arbitration, and a boundary table.

[Drawing 13] It is drawing showing the printer color gamut of  $a^*$  and brightness value  $L^*$  of the arbitration in  $b^*$  shaft.

[Drawing 14] It is drawing showing signs that a hue include angle is made to leap to a printer table.

[Drawing 15] It is drawing showing signs that a hue include angle is made to leap to a boundary table.

---

[Translation done.]

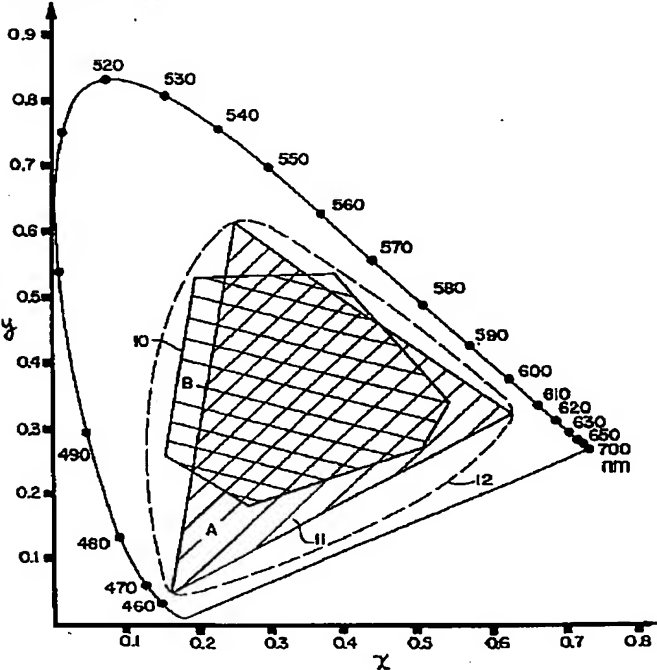
\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

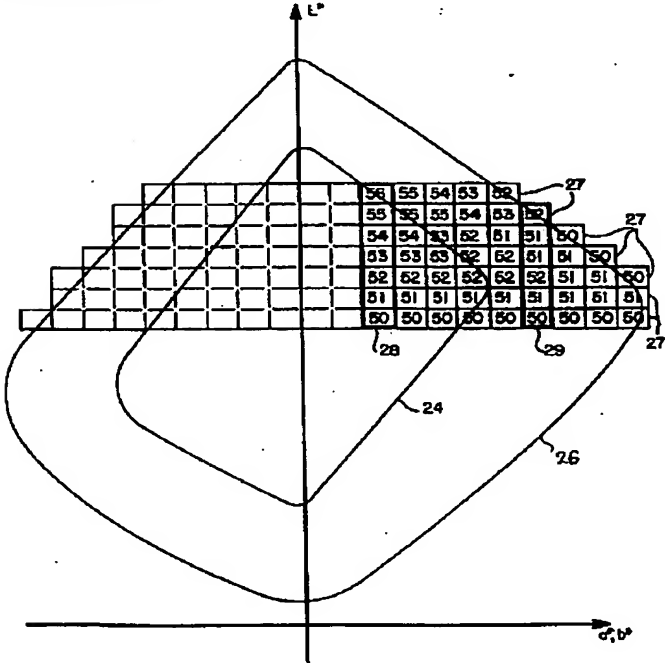
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

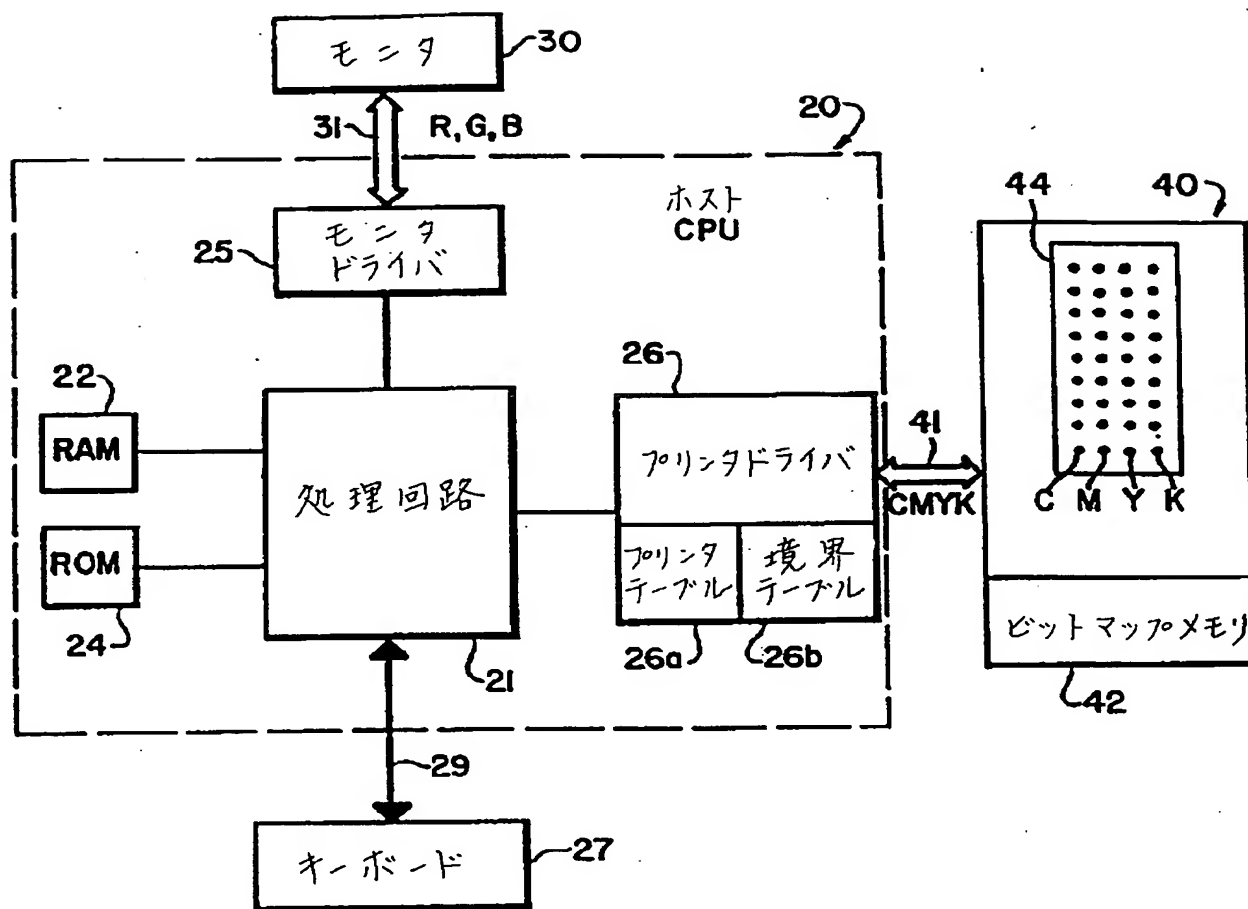
[Drawing 1]



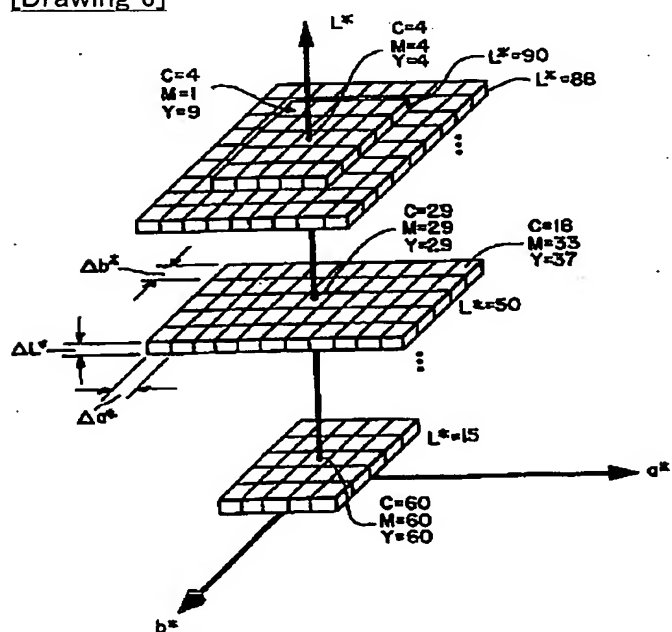
[Drawing 2]



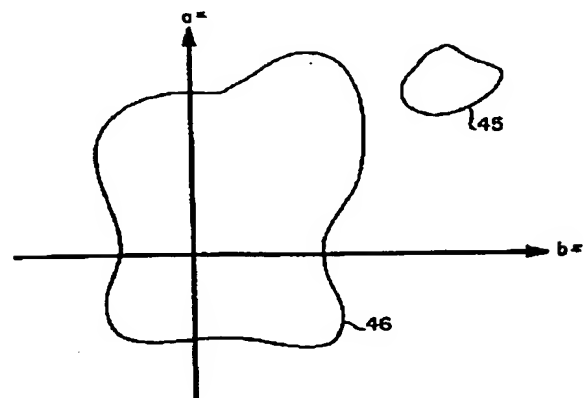
[Drawing 3]



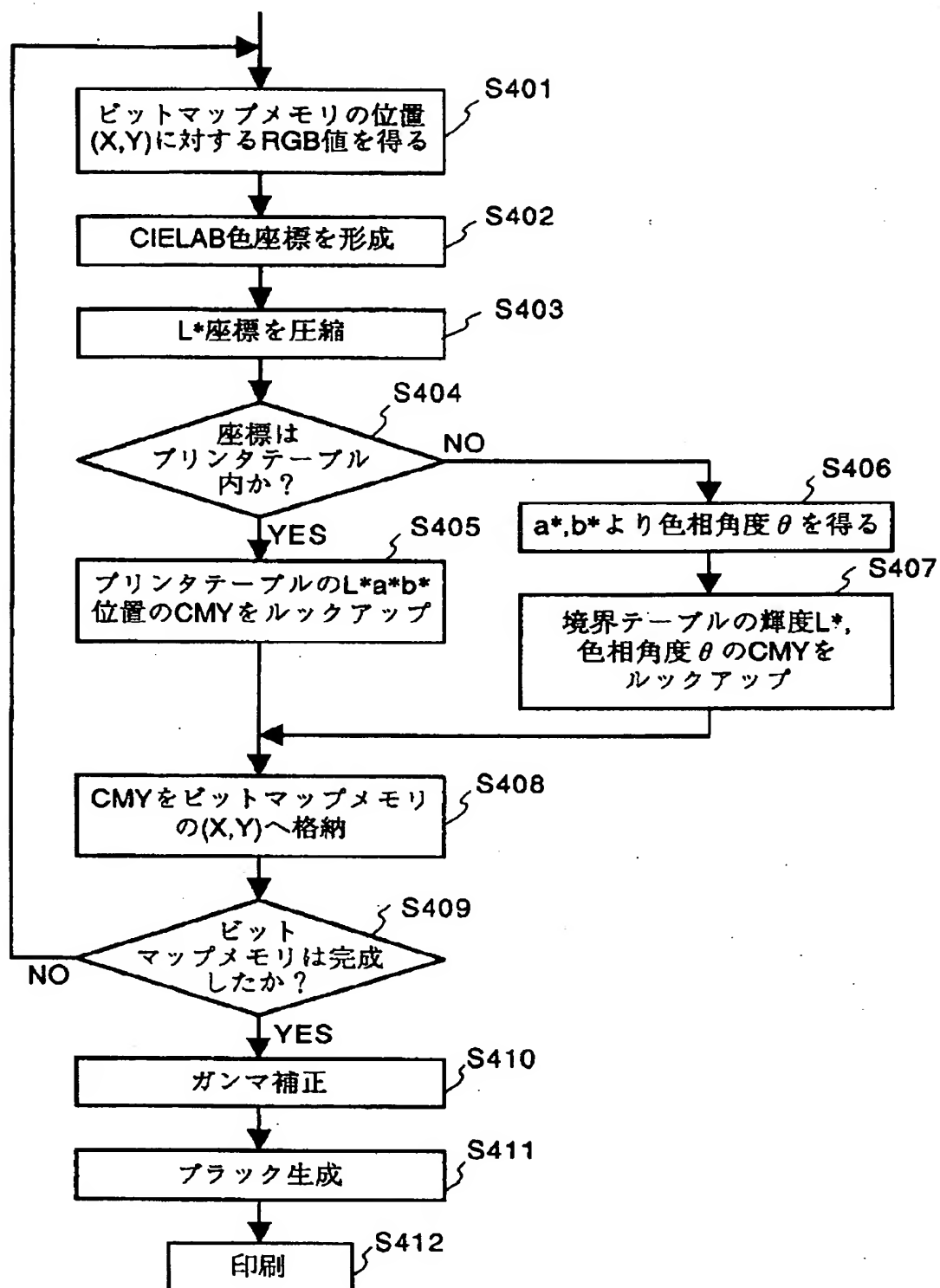
[Drawing 6]



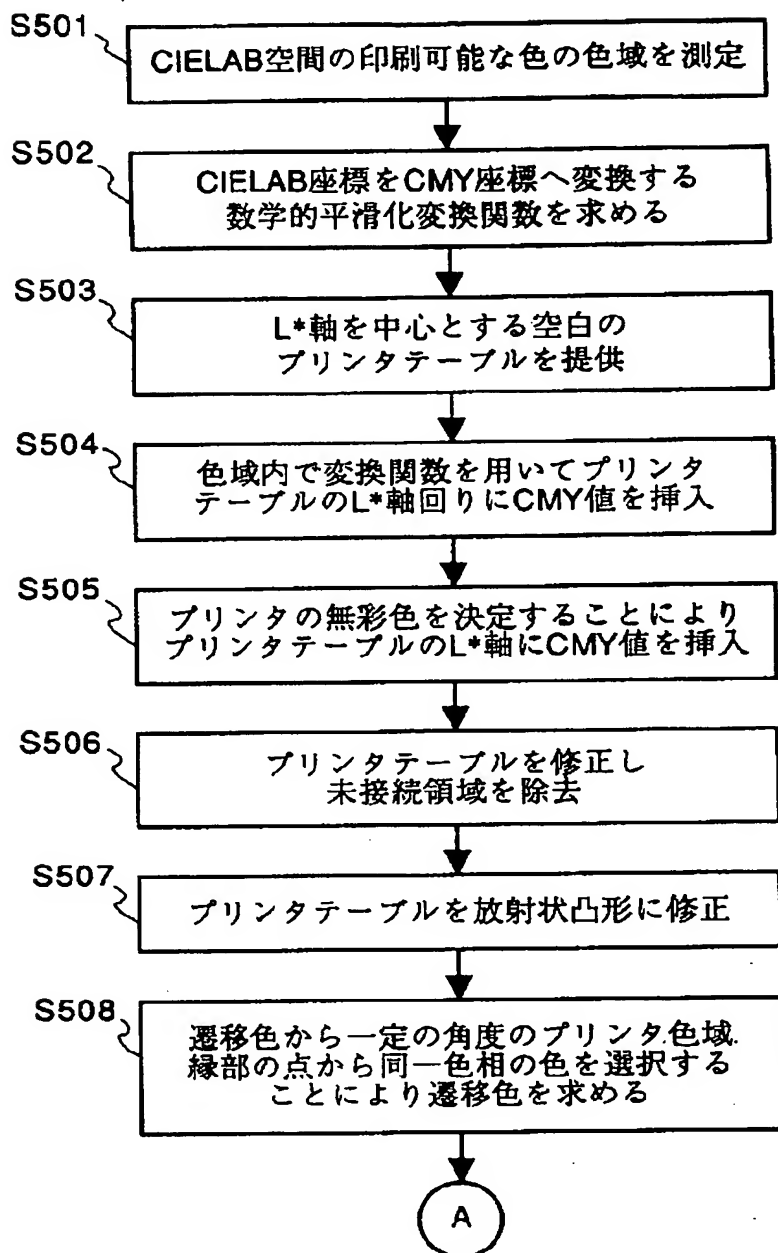
[Drawing 7]



[Drawing 4]

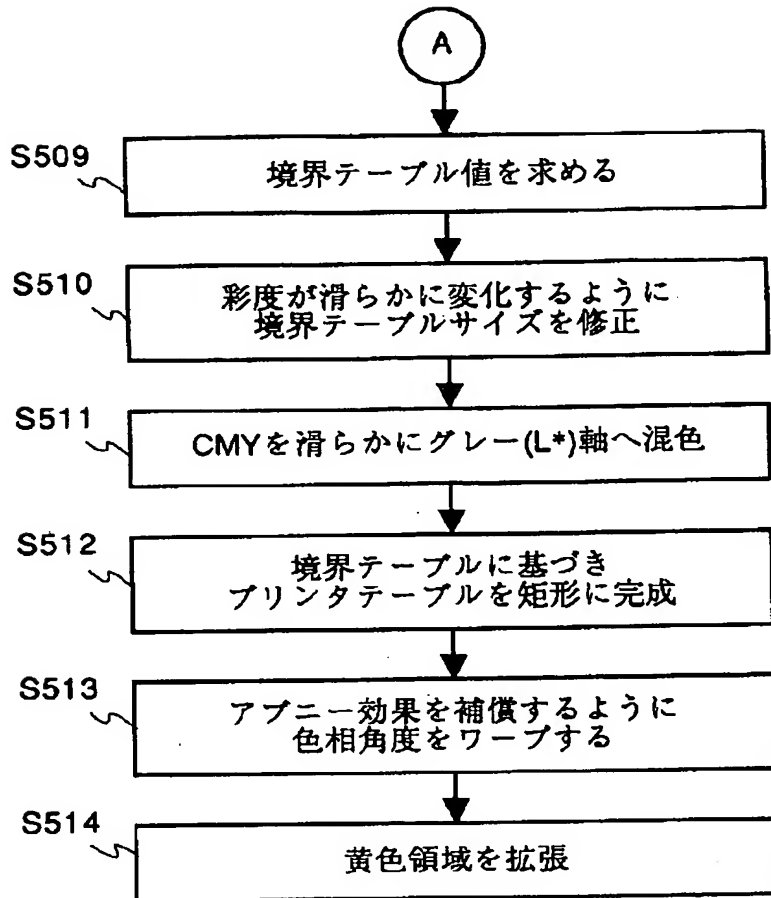


[Drawing 5 a]

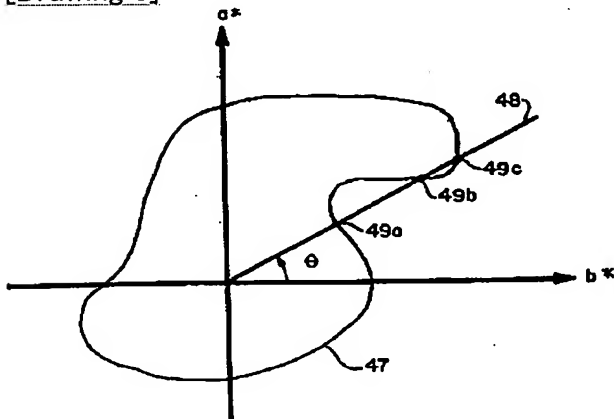


[Drawing 5 b]

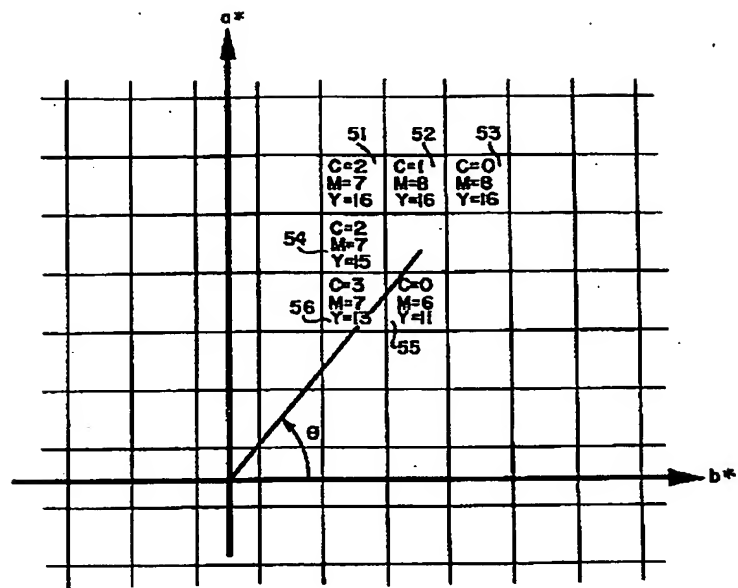




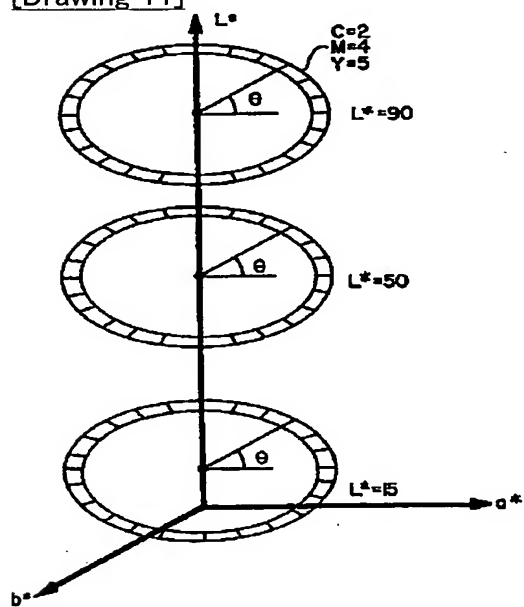
[Drawing 8]



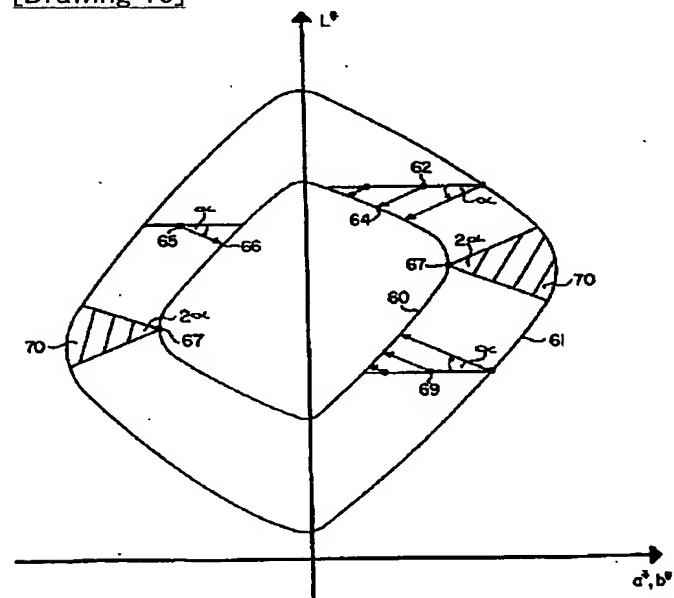
[Drawing 9]



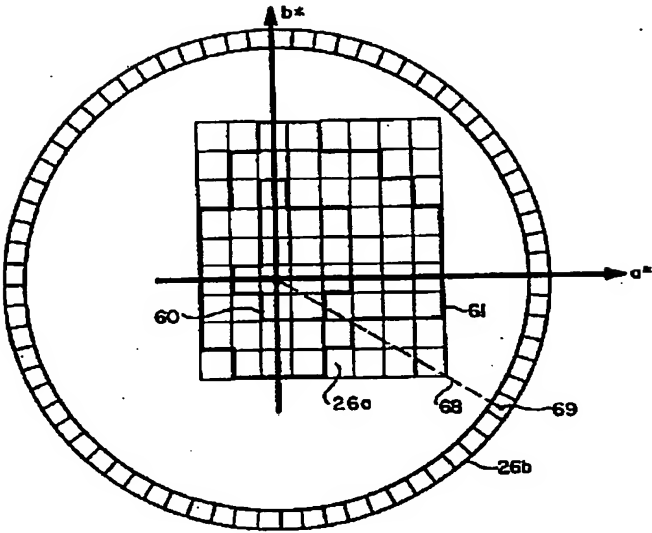
[Drawing 11]



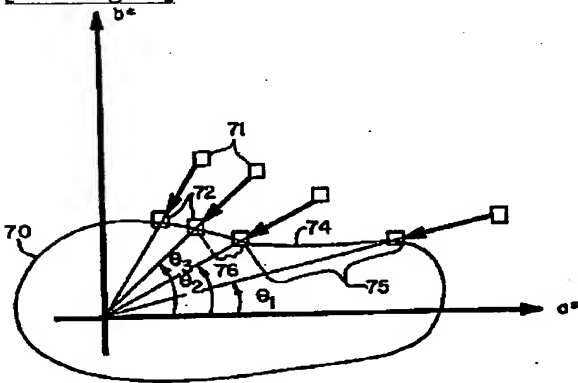
[Drawing 10]



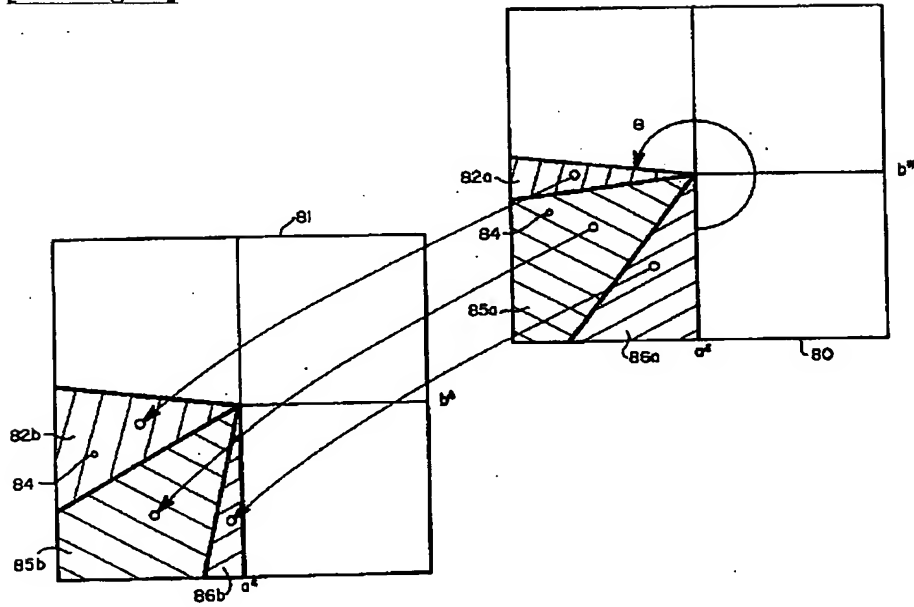
[Drawing 12]



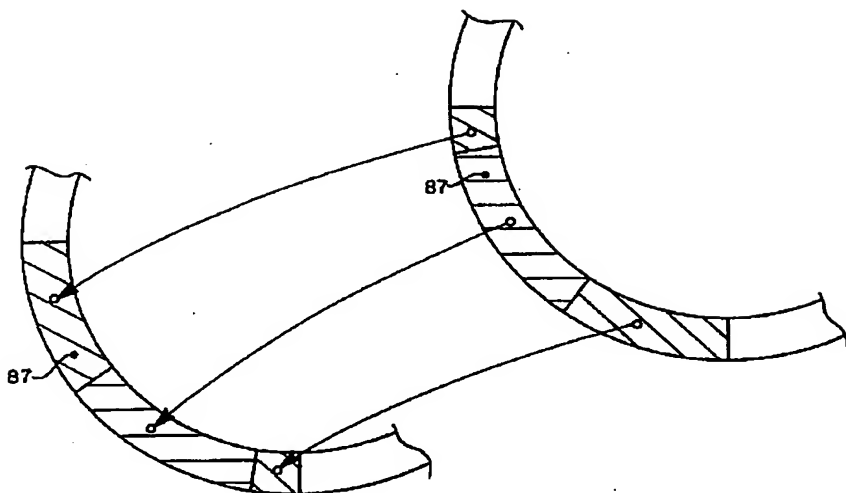
[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Drawing 15]



---

[Translation done.]